SHOUT
SHARE
IT

S.41^{bi}

65e ANNÉE. — VIIIe SÉRIE. T. I. N° 1.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

HUITIÈME SÉRIE

Kelp

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

TOME I. — N° 1.

[Ce cahier commence l'abonnement aux tomes I et II de la huitième série.]

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain
1895

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en septembre 1895.
Les *Annales des sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes XIX et XX sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. A. MILNE-EDWARDS.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes XVII et XVIII sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. A. MILNE-EDWARDS.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr.
Le tome XXII est publié.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare.*
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1873).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1874 à 1885).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
GÉOLOGIE, 22 volumes.		330 fr.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

HUITIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

CORBEIL. — IMPRIMERIE ÉD. CRÉTÉ

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

HUITIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME PREMIER

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1895

MONASCUS PURPUREUS

LE CHAMPIGNON DE L'ANG-QUAC

UNE NOUVELLE THÉLÉBOLÉE

Par F. A. F. C. WENT.

Il existe à Java une matière colorante pourpre foncé, qui est importée de la Chine et que l'on désigne par son nom chinois « âng-quac ». On se sert de cette matière pour colorer diverses substances alimentaires, par exemple, ces petits poissons, ressemblant à des anchois, qu'on appelle poissons de Macassar. Tout botaniste qui a été à Java se souviendra de la couleur de ces poissons, qu'on mange avec du riz; cette couleur fait supposer qu'elle est obtenue en faisant usage de la fuchsine. Seulement, il n'en est pas ainsi : c'est l'âng-quac, qui donne à ces poissons leur couleur pourpre.

L'âng-quac est importé de la Chine et n'est pas fabriqué à Java; on peut l'acheter sous la forme pulvérisée ou bien sous une forme qui fait voir, du premier abord, quelle est la substance primaire dont on s'est servi pour la fabrication. Ce sont des grains de riz, qui ont pris une couleur pourpre foncé. Quand on fait des préparations microscopiques de ces grains, on voit aisément qu'ils sont pénétrés dans toutes les directions par des filaments mycéliens et des sporanges d'un Champignon ayant la même couleur pourpre. C'est M. Vorderman, de Batavia, qui a le premier attiré mon attention sur ces faits, ce qui m'a donné l'idée de faire, sur ce Champignon, une étude dont les résultats se trouvent consignés dans ce petit travail.

M. Vorderman nous a déjà fait connaître les propriétés de l'âng-quac (1); la préparation en est tenue très secrète, même en Chine; mais le savant médecin a pu réunir quelques informations, dont je donne ici la traduction : « L'âng-quac est préparé dans quelques villages de la province de Quouan-toung; quoique ce soit un secret, il s'est ébruité. On étend du riz blanc, qui a été bien cuit, sur des assiettes; quand le riz est refroidi, on répand dessus un peu d'âng-quac pulvérisé; puis on le met pendant six jours dans un endroit frais et obscur, par préférence dans une cave. Après ce temps, le riz a pris une couleur rouge, qui se fonce par la suite. Enfin on fait sécher. »

Le Champignon est intéressant à un double point de vue, car non seulement c'est lui qui produit la couleur pourpre, mais sa forme et son développement lui assurent une place parmi les *Hemiasci* de M. Brefeld. J'ai stérilisé la surface des grains d'âng-quac en les plongeant pendant une demi-minute dans l'acide chlorhydrique dilué, puis j'ai lavé avec l'eau stérilisée, avec l'ammoniaque diluée et encore une fois avec de l'eau stérilisée. Après cela, un grain d'âng-quac était posé dans une solution nutritive, ou bien sur une couche de riz ou sur une plaque de gélose nutritive, naturellement tout en prenant les précautions nécessaires pour en exclure tous les germes étrangers. Bientôt il se développait un mycèle, qui au commencement était blanc, mais plus tard, dans les conditions que nous allons étudier, devenait pourpre. Il en résultait une culture pure, qui pouvait servir comme point de départ pour toutes mes cultures. Comme les méthodes de culture ne présentaient rien d'extraordinaire, je commencerai aussitôt par la description du Champignon, en donnant en premier lieu sa morphologie et son développement, puis ce que j'ai pu découvrir de ses qualités physiologiques.

---

(1) A.-G. Vorderman, *Analecta op bromatologisch Gebied. II. Geneesk. Fydschrift voor Ned. Indië. XXXIV*, 1894, n° 5.

Le thalle du Champignon consiste en filaments cloisonnés, qui n'offrent rien de bien particulier, si ce n'est la couleur pourpre, qu'ils peuvent acquérir dans de certaines conditions, que nous étudierons plus tard. La propagation se fait par le moyen de spores, naissant dans l'intérieur d'un sporange, de conidies, de chlamydospores et enfin d'oïdies.

Commençons par l'étude des sporanges. Dans l'état adulte, ces sporanges sont remplis de spores, tandis que leur paroi est couverte d'une ou de plusieurs couches de cellules protectrices, formant un périthèce. Ces périthèces se trouvent çà et là dispersés dans le thalle, en dehors duquel on ne les voit pas saillir ; au contraire, on les trouve, par exemple, dans l'intérieur des grains d'âng-quac.

Si nous étudions d'abord le développement de ces périthèces, leur structure deviendra claire. La figure 1 (pl. I) nous montre une conidie *c*, qui a formé un petit thalle dans une goutte de solution nutritive; ce thalle forme çà et là, à l'extrémité de filaments latéraux, de jeunes périthèces; seulement, il faut un grossissement plus grand pour pouvoir distinguer les détails. Dans la figure 2, on voit que le sommet d'un filament a fait pousser deux branches, l'une à droite, l'autre faiblement courbée; celle-ci se courbe davantage, jusqu'à ce qu'elle soit devenue un peu plus d'un pas-de-vis d'un tire-bouchon (fig. 3); c'est la branche ascogène. L'autre branche sera nommée le premier filament couvrant. Quoique ce cas soit assez rare, la figure 4 montre que la branche ascogène peut devancer le filament couvrant dans son développement, si bien qu'on ne voit encore trace de celui-ci, tandis que la branche ascogène est déjà assez courbée, séparée du thalle par une cloison, en même temps déjà divisée par une cloison en deux cellules. La figure 3 nous fait voir le cloisonnement définitif de cette branche; nous y voyons deux cloisons, de manière que la branche est divisée en trois cellules presque égales. Les figures 5 et 6 nous font voir le même état de développement, dans des positions diverses. Seulement, il faut remarquer que les cloisons ne sont pas toujours visibles (comme dans la figure 5), spécialement quand le protoplasme est coloré en rouge; dans quelques cas, on peut cependant les rendre visibles en traitant avec l'hydrate de chloral. Je distingue les trois cellules de la branche ascogène comme cellule pédicelle (l'inférieure), cellule terminale (la supérieure) et sporange (celle du milieu), que je désignerai dans les figures par les lettres *p*, *t* et *s*.

Dans la figure 7, on voit que la cellule pédicelle a commencé par développer une branche courte; c'est un des filaments couvrants. Dans la figure 8, cette même cellule pousse une petite branche, qui commence déjà à couvrir le sporange; mais là, un autre filament couvrant se forme encore dans la partie supérieure de la branche mycélienne qui porte tout le jeune périthèce. Dans la figure 9, nous voyons que le sporange a grossi, tandis que la cellule pédicelle a fait pousser tout un filament couvrant qui s'est ramifié. La figure 10 représente un jeune périthèce dans le même état de développement, mais figuré dans trois différentes positions du tube du microscope, 10 *a* dans la position supérieure, 10 *c* dans la position inférieure, 10 *b* dans la position moyenne; dans la figure 10 *b*, on voit que deux filaments couvrants entament la plus grande partie du sporange.

La figure 11 nous fait voir un état un peu plus développé (où toutes les lignes visibles sont dessinées); on verra sans peine les trois cellules de la branche ascogène et les filaments couvrants, qui émanent de la cellule pédicelle. Il n'en est plus ainsi dans la figure 12 (esquissée comme la figure 11); ici la cellule terminale n'est plus visible; ce qu'elle devient, je n'ai pu le constater. Si elle est résorbée, ou bien s'il y a un fusionnement d'elle et du sporange, ou bien si elle se trouve encore parmi les filaments couvrants sans qu'on puisse l'y distinguer, je ne saurais le dire. La figure 13 nous fait voir un état de développement encore plus avancé. Ici le sporange est désigné par une ligne noire; on le voit luire à travers des filaments couvrants; que ces derniers dérivent pour la plus grande partie d'une cellule pédicelle, le fait n'est plus visible.

Dans les états plus adultes du périthèce, on n'y voit donc rien d'autre que le sporange et les filaments couvrants; c'est le cas dans la figure 14 vue d'en haut, où le sporange se trouvant dans l'intérieur n'est donc pas visible. Je ferai remarquer ici la grande ressemblance entre ces filaments couvrants dans cette figure (et aussi les figures antérieures) et les rameaux absorbants des Mucorinées (1).

La figure 15, enfin, fait voir la surface d'un jeune périthèce, traité par l'hydrate de chloral; la ligne noire désigne le contour du sporange, qui se trouve dans l'intérieur, maintenant tout à fait couvert d'une ou de plusieurs couches de cellules couvrantes, formant pseudo-parenchyme.

Voyons maintenant ce que devient ce jeune sporange. Pour pouvoir bien juger du contenu, il faut mettre le tube du microscope de manière à voir une section optique du périthèce. C'est le cas dans la figure 17 et les figures suivantes; mais, dans la plupart des cas, on n'obtient pas des images aussi claires, les filaments couvrants empêchant qu'on voie bien ce qui se trouve au-dedans du périthèce. Le sporange grossit et en même temps sa paroi s'épaissit (fig. 17, 22). La figure 17 nous fait voir un jeune sporange contenant un protoplaste avec plusieurs vacuoles assez grandes; dans la figure 18, celles-ci se sont divisées de manière que le protoplaste est devenu écumeux. Puis le protoplaste devient trop opaque et les vacuoles deviennent en même temps trop petites, pour pouvoir les distinguer encore; c'est le cas dans les figures 19 et 20; la ligne pointillée de la figure 19 est la limite des filaments couvrants vue dans une position un peu plus haute du tube;

---

(1) Il se pourrait qu'encore ici les filaments couvrants eussent en partie la même fonction que chez les ancêtres des Ascomycètes, les *Rhizopus*, c'est-à-dire que ce fussent en réalité des rameaux absorbants.

d'où il suit qu'ici le sommet du sporange n'est pas encore entouré de la couche couvrante. Enfin, le contenu du sporange se divise en une quantité de spores; quoique j'aie cherché bien longtemps, je n'ai jamais pu découvrir le moment de la division; elle doit se faire dans un temps bien court.

La figure 21 représente un sporange rempli de spores, qui a été traité avec l'hydrate de chloral; on voit le périthèce en coupe optique et, il faut remarquer ici, comme l'atteste la figure, que le cas se produit, que la couche couvrante n'entoure pas tout le sporange, même quand celui-ci est adulte et rempli de spores. On voit les spores de surface, parce qu'il est impossible de voir une coupe optique dans la masse opaque des spores. Que celles-ci ne remplissent pas tout à fait le sporange, c'est la suite de la préparation, comme le montrera la figure 22, où est esquissé un sporange dans son état vivant (je prie de faire abstraction pour un moment de la couleur rouge du périthèce, nous en parlerons plus tard). Mais de temps en temps, on voit des cas, comme celui qui est représenté dans la figure 23 (où la couche couvrante de filaments n'est pas déssinée). Ici, seulement une partie du sporange est remplie de spores; dans l'autre partie, on voit des bandes de protoplasme avec des vacuoles. Je ne sais si c'est un cas pathologique n'ayant rien à faire avec l'état normal, ou bien resterait-il toujours une partie du contenu du sporange, qui ne se divise pas et qui alors se trouverait dans le centre du sporange? J'ai fait des coupes de sporanges avec le microtome pour élucider cette question, mais je n'ai pu arriver à un résultat certain, les spores se séparant quand on fait ces coupes minces, même quand on a imbibé le sporange avec la paraffine. Quand on étudie la surface de la masse de spores, on voit que, là du moins, il n'y a aucune substance entre ces spores, comme le montre la figure 25 à un grossissement très fort; bien plus, on voit que les spores se pressent de manière à devenir angulaires, comme des cellules d'abeille.

Le nombre des spores est assez variable ; j'ai vu des sporanges avec 6, avec 8, avec 10 spores, mais j'en ai vu aussi qui en contenaient environ 150 et jusqu'à 500. Comme la grandeur des spores varie très-peu, les dimensions étant environ 5 μ sur 6,5 μ, on conçoit que le diamètre des sporanges doit présenter des variations extrêmes. Aussi ai-je mesuré le diamètre d'un périthèce ayant 25 μ, tandis que dans d'autres cas c'était 50 ou 75 μ.

Le périthèce ne s'ouvre pas, les spores ne devenant libres que quand la paroi du sporange avec la couche couvrante périssent. Le cas, dessiné dans la figure 24, qui donne l'impression que le périthèce s'ouvre, n'a été vu qu'une seule fois; c'est probablement par la préparation, par une pression quelconque contre le couvre-objet, que le périthèce a crevé. Au moment de devenir libres, les spores ont encore leurs contours angulaires (fig. 27 *a*), mais bientôt elles s'arrondissent et prennent une forme ovale (fig. 26, 27 *b*). Quand ces spores germent, elles commencent par se gonfler, puis se prolongent en tubes qui vont former le nouveau thalle (fig. 28).

Il faut encore parler ici de quelques anomalies, que j'ai observées dans la formation des périthèces ; considérons d'abord la figure 16, qui donne l'impression comme si deux jeunes perithèces s'étaient fusionnés. Seulement, je ne crois pas que ce soit le cas ; c'est plutôt un jeune périthèce, dont la cellule terminale de la branche ascogène a donné naissance à un filament mycélien. Un autre cas, dessiné dans la figure 29, est beaucoup plus intéressant ; on voit, en étudiant la figure, qu'un périthèce a donné naissance ici à un grand nombre de périthèces à différents états de développement. Ce n'est qu'une seule fois que j'ai observé cette anomalie à ce degré ; mais la même chose peut-être vue assez souvent, quand l'anomalie n'est pas si prononcée ; j'ai dessiné un cas dans la figure 30, où les filaments couvrants d'un périthèce, qui est en train de se former, développent un nouveau périthèce. Il me semble que c'est toujours le premier filament couvrant, qui, dans ce cas, donne naissance à ce jeune périthèce. Je donnerai plus tard la discussion de ces faits.

Voyons maintenant les autres organes de reproduction. Il y a d'abord les conidies. La figure 31 représente un appareil conidien, comme les figures 32, 33 et 34. On voit aisément que les conidies sont formées en chapelet, de manière que la conidie terminale est la plus âgée, la basilaire la plus jeune. La figure 33 montre que la conidie basilaire peut être séparée par un court filament mycélien des autres conidies. Reste la question, si réellement ces conidies et les périthèces appartiennent à la même espèce. Non seulement ces conidies apparaissent dans des cultures pures, un peu plus tard que les périthèces, mais on peut souvent observer que le même filament mycélien porte des branches formant des périthèces et d'autres se terminant en conidies (voir la figure 22, où *c* représente une conidie). Enfin, j'ai ensemencé des conidies dans des gouttes de solution nutritive; en germant, elles donnaient naissance à un thalle portant de jeunes périthèces, comme dans le cas représenté par la figure 1, où *c* est la conidie, qui a germé.

Quand on cultive le Champignon dans une solution nutritive en ayant soin qu'il reste submergé, l'on voit qu'il ne se forme aucun périthèce, ni aucune conidie, tandis que çà et là on trouve des chlamydospores (fig. 35 et 36), qui se forment toutes seules au sommet d'un filament; seulement une fois, j'en ai vu deux terminant un filament.

Enfin il faut mentionner des formes, comme celles que j'ai dessinées dans les figures 37 et 38, qu'on peut trouver quelquefois dans le voisinage des périthèces; on pourrait les nommer des oïdies.

Il faut maintenant nous occuper des propriétés physiologiques du Champignon de l'âng-quac et en premier lieu de sa couleur pourpre foncé. Tout d'abord, il faut dire que, tandis qu'une partie du thalle est colorée en rouge, une autre partie reste blanche. Les filaments rouges, qui meurent et se décomposent, ne se décolorent pas. De cette manière, la matière colorante peut se dissoudre dans la solution nutritive, ou colorer le riz, qui lui sert de nourriture. Avant d'étudier les conditions dans lesquelles le Champignon se colore en rouge, il faut un peu connaître les propriétés de cette matière colorante.

Comme je l'ai déjà dit, la couleur de l'âng-quac est pourpre foncé. Dans une solution, par exemple alcoolique, on voit une fluorescence prononcée. Dans la lumière transmise, la couleur est d'un pourpre magnifique ; dans la lumière réfléchie, la couleur est verdâtre (comme chez l'éosine). M. Prinsen Gurlip a bien voulu faire une étude péremptoire des propriétés chimiques de cette matière colorante, dont je donne ici les résultats. Il serait à désirer que quelque chimiste, qui en aurait le temps, fît une étude un peu approfondie de cette matière.

De l'âng-quac pulvérisé était déplacé par le chloroforme, ce qui ne donnait pas une extraction complète, puis le chloroforme était évaporé ; le résidu était dissous dans l'alcool froid ; une matière grasse restait. Après l'évaporation de la solution alcoolique, on obtient une matière ayant l'aspect d'un vernis, sans qu'on puisse y découvrir la moindre trace de cristaux.

La matière, obtenue de cette manière, est presque insoluble dans l'eau, quoique, par son pouvoir colorant extrême, elle lui communique une couleur rouge foncé. Elle se dissout très facilement dans l'alcool éthylique, ainsi que dans l'alcool méthylique, dans l'éther, le chloroforme, l'acide acétique glacial, l'acétone, l'éther acétique ; elle est insoluble dans l'eau, les acides dilués, le benzol, l'éther de pétrole, la térébenthine, le sulfure de carbone et la glycérine. L'acide sulfurique concentré la dissout avec une couleur brune ; mais en diluant avec de l'eau elle est précipitée dans sa forme primitive. L'ammoniaque la dissout avec une fluorescence verte ; mais dans une solution alcaline la matière est décomposée et bien plus vite par les alcalis fixes que par l'ammoniaque. La décomposition se trahit par la transformation de la couleur de rouge en brun. Quand on neutralise l'alcali avec un acide quelconque, la matière colorante est précipitée, tant qu'elle n'était pas encore décomposée; de cette manière on peut la purifier. Le chlorure de baryum et le chlorure de calcium précipitent la solution ammoniacale. En réduisant la solution, qu'elle soit alcaline ou acide, avec le zinc et l'acide chlorhydrique, la couleur est détruite, mais elle se rétablit après un certain temps, quand on fait cesser la réduction. En oxydant avec le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique, la couleur est détruite aussi, mais elle revient lorsqu'on traite ensuite avec quelque matière faiblement réduisante (par exemple, l'hydrogène sulfuré). Le chlore, de même, décolore la matière colorante de l'âng-quac; mais, en réduisant après, la couleur revient encore.

Il faut donc dire, que la matière colorante de l'âng-quac est presque indestructible ; elle se fond à 50° C., mais elle ne peut pas être sublimée. Dans sa composition entrent le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, mais l'azote fait défaut.

Où donc se trouve cette matière colorante dans la cellule? Remarquons d'abord que le Champignon a des filaments incolores et des filaments colorés en pourpre. Il y a des cas, comme nous le verrons tantôt, où l'on peut découvrir la cause de cette différence; mais, dans la majorité des cas, il est impossible de trouver aucune raison quelconque, pourquoi de deux cellules, qui se font suite dans le thalle, l'une est colorée, l'autre reste incolore. Les figures 22, 24, 26, 27, 33 et 34 nous montrent quelques uns de ces cas. Le périthèce, par exemple, peut présenter quatre cas différents; il peut être tout à fait incolore, ou bien les spores sont incolores, mais la couche couvrante est colorée, ou encore les spores peuvent être pourpres et les filaments couvrants incolores, ou enfin le tout a une couleur pourpre foncé. En faisant usage de la plasmolyse, on peut se convaincre que c'est le protoplasme qui est coloré, tandis que la vacuole avec le suc cellulaire restent incolores. Dans la plupart des cas, le protoplasme a une coloration égale et il semble que ce soit un signe de la mort prochaine de la cellule, lorsqu'on voit qu'elle contient des grains colorés.

Souvent la cause pour laquelle le thalle reste incolore est le manque d'oxygène. Lorsque le mycèle croît submergé dans un liquide quelconque ou dans la gélose, il reste incolore (nous savons déjà que, dans ce cas-ci, il ne se forme aucun périthèce ni conidie, mais qu'on peut trouver des chlamydospores); mais aussitôt qu'il s'est développé jusqu'à la surface du liquide ou de la gélose, la couleur pourpre apparaît. Pour prouver que c'est le manque d'oxygène qui en est la cause, il faudrait faire des cultures du Champignon en l'absence de ce gaz ; mais l'anaérobiose ne réussit pas, le Champignon ne se développant pas quand l'oxygène fait absolument défaut. La formation de la matière colorante dans un thalle incolore n'est certainement pas une oxydation simple, mais un acte vital; l'observation suivante en est la preuve. Quand on divise un thalle submergé incolore en deux parties, et qu'on l'expose à l'air après avoir tué l'une des deux parties, on voit que le thalle qui est encore vivant devient rouge, tandis que l'autre reste incolore.

J'ai essayé si la nourriture aurait quelque influence sur la coloration du Champignon. Mais, bien que dans différentes solutions nutritives la couleur ne fût pas la même, je n'ai pu y constater que cette règle, que la coloration est d'autant plus foncée que la nourriture favorise mieux le développement du Champignon.

Je puis donner ici quelques faits au sujet de cette nourriture. Comme nourriture azotée, viennent en première ligne la peptone et l'asparagine, puis les nitrates et les sels ammoniacaux ; même les nitrites donnent un développement faible. L'urée ne peut pas servir comme nourriture azotée.

Comme nourriture carbonée, viennent en premier lieu les hydrates de carbone : la saccharose, la dextrose, la maltose, l'amylodextrine, l'amidon, puis la glycérine, ensuite l'alcool éthylique et l'acide acétique. Les matières suivantes ne peuvent pas fournir au Champignon de l'âng-quac sa nourriture carbonée : la lactose, la peptone, les acides tartrique, citrique, butyrique ou benzoïque.

L'amidon est liquéfié par le Champignon ; il me semblait donc que probablement il contient un ferment diastasique. En effet, en faisant une culture sur le riz ou dans une solution contenant de l'amidon, on peut, après quelques jours, constater qu'une partie de l'amidon a été hydratisée et transformée en sucre réducteur. Mais la quantité de sucre formé reste si médiocre, que je n'en ai pu déterminer la nature exacte. Probablement, aussitôt formé, le Champignon en fait usage comme nourriture.

M. Vorderman a montré que l'âng-quac contient de l'arsenic (1), d'ailleurs dans une proportion assez faible. J'ai donc essayé si le Champignon pouvait vivre dans une solution nutritive qui contenait un peu d'acide arsénieux. En effet, quand la quantité de cet acide s'élève à 1/10 p. 100, le Champignon a un développement normal; il ne croît plus, quoiqu'il ne meure pas, dans une solution contenant 1/2 p. 100 d'acide arsénieux, mais la mort survient lorsque la quantité de l'acide monte à 1 p. 100. Il me semble que les Chinois doivent faire usage de l'arsenic pour empêcher le développement de microbes et d'autres Champignons sur le riz pendant la préparation de l'âng-quac.

Voilà les faits que j'ai constatés. Reste encore à savoir où ce Champignon prend sa place dans le système. Quand on essaie de le déterminer à l'aide du *Sylloge* de M. Saccardo, on voit que ce doit être une espèce du genre *Monascus*, ou bien d'un genre allié. Comme je n'ai pas ici d'ouvrages spéciaux, j'ai demandé l'opinion de M. van Tieghem, l'auteur du genre, qui a eu la bienveillance de me dire que le Champignon de l'âng-quac, en effet, était une espèce du genre *Monascus*; je le nomme donc, à cause de sa couleur pourpre, *Monascus purpureus*.

---

(1) Vorderman, *loc. cit.*, p. 10.

Il me semble que le développement décrit ici montre que le genre *Monascus* est une Hémiascée et plus spécialement une Thélébolée. On sait que M. Brefeld a réuni l'*Ascoidea*, le *Protomyces* et le *Thelebolus* dans le groupe des *Hemiasci*, et qu'il considère ces Hémiascées comme étant les représentants vivants des ancêtres des Ascomycètes, l'*Ascoidea* et le *Protomyces* des *Exoasci*, le *Thelebolus* des *Carpoasci* (1). Ces formes uniraient ainsi les Ascomycètes avec les Champignons inférieurs, plus spécialement les Zygomycètes (2). On verra aussitôt qu'il y a une grande ressemblance entre le *Thelebolus* et notre *Monascus*. Pour le périthèce mûr, la différence entre les deux consiste en ce que le sporange du premier s'ouvre et qu'on voit au dedans du périthèce une cellule pédicelle au-dessous du sporange. Je crois qu'il vaut mieux dans ces cas parler de sporange plutôt que d'asque, employant le mot sporange quand la grandeur de cet organe et le nombre des spores qu'il contient sont variables.

Le développement du périthèce ne semble pas être aussi clair pour le *Thelebolus* que pour notre *Monascus*, mais ce que les figures de M. Brefeld démontrent, c'est qu'évidemment il n'y a pas chez le *Thelebolus* ce premier filament couvrant, dont j'ai donné la description pour notre Champignon. Qu'est-ce donc que ce premier filament couvrant? Il me semble que ce même organe se trouve chez beaucoup d'Ascomycètes, où de Bary lui a donné le nom de branche anthéridienne. M. Brefeld, en niant la nature sexuelle de cette branche, lui a refusé toute importance; le savant botaniste croit que c'est seulement un filament couvrant se développant un peu plus tôt que les autres. En adoptant dans cet ouvrage la terminologie de M. Brefeld, je ne suis pas tout à fait de son opinion. Tout d'abord, il me semble que peut-être l'« anthéridie » de de Bary n'est pas toujours le même organe morphologique. Il se pourrait que, dans certains cas, ce fût réellement un organe de reproduction, dont le contenu se fusionnerait avec celui d'un archicarpe, par exemple dans le *Pyronema*. Je ne crois pas que M. Brefeld ait prouvé l'absence de toute sexualité ici ; seulement pour pouvoir énoncer une opinion avec quelque certitude dans ces cas, il faudrait suivre l'histoire des noyaux. Il n'est pas tout à fait impossible qu'un certain nombre d'Ascomycètes aient des asques, dont les ancêtres n'ont pas été des sporanges mais des zygospores, groupe qui réunirait les *Pyronema,* les *Eremascus* et qui aurait son représentant parmi les Hémiascées dans ce *Dipodascus albidus* de l'Ecuador, que M. de Lagerheim a décrit dernièrement (1) dans un travail où il a énoncé les mêmes idées, concernant la sexualité des Ascomycètes.

---

(1) O. Brefeld, *Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie*, IX, p. 91-118.

(2) Brefeld, *loc. cit.*, IX, p. 55-90, X, p. 341-356.

Mais, laissant de côté ce petit nombre de formes, il y a encore les autres Ascomycètes, où il y a une branche anthéridienne de de Bary ; je regrette de n'avoir pas à ma disposition ici la littérature spéciale de Tulasne et de de Bary; je ne puis donc citer des exemples, mais nous savons que là, dans beaucoup de cas, la branche anthéridienne de de Bary est un organe si constant, qu'on ne peut pas le considérer comme n'ayant aucune importance, comme étant seulement un filament couvrant, qui par hasard se développe un peu plus tôt. Si l'on admet que l'organe que j'ai nommé premier filament couvrant chez notre *Monascus* est morphologiquement le même que la branche anthéridienne chez beaucoup d'Ascomycètes, il resterait à se demander si le Champignon dont nous nous occupons ne donne pas quelques renseignements sur la nature de cet organe.

Etudions pour cela encore une fois la figure 29. Là, il me semble qu'on pourrait parler d'un cas d'atavisme. Nous savons qu'il faut chercher les ancêtres des Hémiascées parmi les *Rhizopus* ou des formes analogues ; en commençant par les *Rhizopus,* le nombre de sporanges a donc été réduit jusqu'à un seul pour le *Monascus ;* mais, dans les cas de la figure 29, tout un groupe de périthèces a été développé, comme chez le *Rhizopus*, offrant la même particularité que les différents sporanges n'y ont pas le même âge. J'ai déjà dit que ce cas pathologique est extrêmement rare, mais qu'on trouve assez souvent ce que j'ai figuré dans la figure 30. Ici un jeune périthèce donne naissance à un autre plus jeune que lui ; en comparant ce cas avec la figure 29, il faut bien se dire que c'est encore un cas d'atavisme, mais d'un atavisme partiel. J'ai déjà fait observer que c'est toujours ce premier filament couvrant qui donne naissance au périthèce secondaire de la figure 30. Serait-ce alors une hypothèse trop hardie de considérer ce premier filament couvrant comme un organe rudimentaire, le dernier reste d'un autre sporange, de tout ce groupe de sporanges qu'on trouve chez le *Rhizopus ?* Comme on le verra dans la figure 4, son développement peut être retardé, ce qui indique déjà que c'est un organe rudimentaire.

---

(1) G. de Lagerheim, *Dipodascus albidus, eine neue geschlechtliche Hemiascee* (*Pringsh. Jahrb. für wiss. Botanik*, Bd XXIV, 1892, p. 549).

De la branche ascogène il y a peu à dire. La cellule pédicelle correspond au pédicelle du sporange des Phycomycètes; le sporange correspond à l'organe de ce nom chez ce même groupe de Champignons. Les cas où le sporange mûr n'est pas tout à fait couvert par les filaments couvrants, comme dans la figure 21, font rapprocher le *Monascus* plus que le *Thelebolus* des Phycomycètes. Ce que c'est que la cellule terminale, je ne puis le soupçonner. De l'autre côté, le sporange s'approche de l'asque des Erysiphées, plus spécialement du *Sphærotheca.* Dans les cas où le sporange du *Monascus* contient 8 spores, on le tiendrait pour une Erysiphée.

Une chose reste à faire : déterminer la valeur morphologique des conidies du *Monascus.* Lorsqu'on voit que la grandeur des conidies est assez variable et qu'on étudie la figure 33, où une conidie est formée, qui reste séparée des autres conidies par une courte cellule mycélienne, la conclusion à laquelle on arrive ne peut être autre que ces conidies sont des chlamydospores transformées. Cette hypothèse est confirmée par la forme des chlamydospores, qu'on trouve seules à l'extrémité des filaments et par ce cas où j'ai vu, au lieu d'une, deux chlamydospores terminant un filament mycélien. Donc le *Monascus purpureus*, pas plus que les *Thelebolus*, n'a de vraies conidies, quoiqu'il possède des chlamydospores transformées, qui font défaut chez les *Thelebolus*.

Kagok-Tegal, Java, février 1895.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I

(Gross. 350 pour la figure 1, 780 pour les autres figures.)

Fig. 1. — Conidie *c*, germée dans une goutte de solution nutritive, ayant formé un jeune thalle avec des jeunes périthèces.

Fig. 3-13. — Différents états de développement des périthèces; on voit la naissance de la branche ascogène courbée et du premier filament couvrant; le développement de ce dernier est resté en arrière dans le cas dessiné dans la figure 4. La cellule ascogène est divisée en trois cellules : la cellule pédicelle *p*, le sporange *s* et la cellule terminale *t*. La plupart des filaments couvrants prennent naissance de la cellule pédicelle. La figure 10 est un jeune périthèce dans l'état de développement de la figure 9, vu dans différentes positions du tube du microscope, 10*a* dans la position supérieure, 10*c* dans la position inférieure et 10*b* dans la position moyenne. Dans la figure 12, la cellule terminale n'est plus visible ; dans la figure 13, le contour du sporange est indiqué par la ligne noire.

Fig. 14. — Jeune périthèce vu d'en haut, après traitement avec l'hydrate de chloral.

Fig. 15. — Périthèce adulte traité avec l'hydrate de chloral ; vue prise d'en haut; la ligne noire indique le contour du sporange.

Fig. 16. — Jeune périthèce dans son premier état de développement, forme anormale.

PLANCHE II

(Gross. 350 pour les figures 29 et 34, 2000 pour la figure 25, 780 pour les autres figures.)

Fig. 17-20. — Différents états de développement des périthèces; coupe optique. Le sporange grandit ; les vacuoles, qui au commencement sont très grandes, se multiplient en se divisant; dans les figures 19 et 20, le contenu du sporange est tout à fait opaque. Dans la figure 19, les filaments couvrants ne couvrent pas la partie supérieure du sporange, la ligne pointillée indiquant la limite des filaments couvrants du côté supérieur.

Fig. 21. — Coupe optique d'un périthèce mûr, après traitement avec l'hydrate de chloral. Une partie du sporange n'est pas couverte par les filaments couvrants. L'hydrate de chloral a altéré la position des spores.

Fig. 22. — Périthèce mûr, coupe optique ; avec branche conidienne incolore, ainsi que les spores ; le reste est coloré en rouge. — *c*, conidie.

Fig. 23. — Sporange mûr, offrant la particularité, qu'il n'est pas rempli par les spores ; dans la partie indivise, on voit des bandes de protoplasme.

Fig. 24. — Périthèce ouvert par la pression du couvre-objet, les spores s'échappent ; seulement la paroi du périthèce est colorée en rouge.

Fig. 25. — Deux spores dans leur position au dedans d'un sporange.

Fig. 26. — Spores mûres colorées en rouge.

Fig. 27. — Spores mûres incolores ; *a*, ayant encore la forme angulaire qu'elles avaient dans le sporange ; *b*, ayant pris la forme ovale.

Fig. 28. — Spores germant.

Fig. 29. — (Figure un peu schématisée). Périthèce donnant naissance à un grand nombre d'autres périthèces, dans différents états de développement.

Fig. 30. — Jeune périthèce, où le premier filament couvrant donne naissance à un périthèce plus jeune.

Fig. 31. — Branche du thalle formant des conidies.

Fig. 32. — Formation des conidies.

Fig. 33. — Cas spécial, où la conidie basale est séparée des autres par une cellule mycélienne ; les conidies sont incolores, tandis que le mycèle est rouge.

Fig. 34. — Mycèle avec des conidies. La conidie supérieure et le mycèle sont colorés en rouge, les autres conidies sont incolores.

Fig. 35, 36. — Chlamydospores.

Fig. 37, 38. — Oïdies.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES ET ANATOMIQUES

SUR LE

DROSOPHYLLUM LUSITANICUM

Par A. DEWÈVRE.

Les plantes insectivores ont toujours intrigué les botanistes et ont donné lieu à d'innombrables recherches; toutefois, l'on est encore loin de connaître entièrement la physiologie de ces singuliers végétaux. Tout le monde admet que les petits fragments de viande ou d'insectes qui sont déposés dans les appareils ou sur les organes particuliers de ces plantes finissent par disparaître au bout d'un certain temps. Où le désaccord commence entre les physiologistes, c'est lorsqu'il s'agit d'expliquer comment se fait cette disparition; est-elle réellement due à un suc digestif sécrété par la plante, ou bien sont-ce simplement les bactéries qui digèrent, la plante se contentant d'absorber les produits formés? La première théorie a été soutenue par de nombreux botanistes, je citerai Hooker, Darwin, Penzig, Gœbel; la seconde, plus récente, a eu comme principaux défenseurs R. Dubois et Tischutkin.

Voir laquelle de ces deux théories est la vraie et tâcher de déterminer aussi exactement que possible les conditions dans lesquelles le phénomène de la digestion s'effectue et le mécanisme mis en œuvre, tel a été le but de ce travail.

Comme objet d'étude j'ai pris le *Drosophyllum lusitanicum* Link, parce qu'il existait à Marbourg, où ces recherches ont été faites, de nombreux et beaux représentants de cette espèce et que, de plus, ce végétal paraissait être particulièrement approprié aux expériences que je me proposais de faire.

DESCRIPTION DE LA PLANTE.

Le Drosophyllum lusitanicum Link est une jolie Droséracée, atteignant jusqu'à 40 et 50 centimètres de hauteur, dont le port rappelle assez bien celui d'un petit Dasylirion ; il est, en effet, constitué par une tige lignifiée, droite, plus ou moins haute (30 centimètres au maximum), nue, présentant parfois une ou deux branches se terminant par un bouquet de feuilles lancéolées, très allongées ayant jusqu'à 25 centimètres de longueur, souvent beaucoup plus courtes, et larges de 4 ou 5 millimètres, disposées en spirale sur l'axe ; ces petites feuilles ont une section en forme de croissant ; leur surface supérieure un peu concave est dépourvue de glandes ; l'inférieure est convexe, couverte de rangées de glandes pédicellées très visibles, présentant chacune à leur sommet une gouttelette limpide de mucilage qui brille au soleil d'un vif éclat, ce qui donne à ces végétaux un cachet tout particulier et permet de les classer parmi les plantes ornementales. Il est fort regrettable que leur culture soit si difficile, sans quoi elles seraient un excellent article de commerce, fournissant aux serres des plantes à la fois jolies et très intéressantes.

Les feuilles de Drosophyllum présentent dans leur jeunesse une préfoliaison en crosse comme celle des Fougères, fait que l'on constate aussi chez les Drosera ; seulement, le sens de l'enroulement est inverse ; alors que, chez le Drosophyllum, les glandes se trouvent à la face inférieure, elles sont placées sur la face supérieure chez les Drosera.

Ce n'est pas seulement à cause des caractères précédemment indiqués que le Drosophyllum peut être classé parmi les plantes ornementales, mais aussi par suite de la beauté de ses fleurs ; celles-ci sont assez grandes, à cinq sépales verts, à cinq pétales d'un beau jaune, dix étamines et cinq styles, formant des cymes lâches, longuement pédonculées. La floraison s'effectue vers le mois de juin et dure assez longtemps.

Les graines de ce végétal germent facilement et donnent des plantules pourvues de racines très fortes, munies de nombreux poils radiculaires, jaunâtres ; les jeunes feuilles présentent toutes à leur extrémité une glande de même structure que les autres ; dans les feuilles âgées, elle ne se retrouve plus. Les plantes adultes possèdent également des racines bien développées, contrairement à ce que Darwin a indiqué pour les plantes carnivores, en général, et pour les plantes qui nous occupent, en particulier.

Dispersion géographique. — Ce végétal est originaire du Portugal, où on le rencontre en abondance entre le 35° sud et le 40° nord, se diffusant en largeur entre le 9° ouest et le 16° est ; on l'a signalé en Estramadure, en Andalousie, à Grenade, à Gibraltar et même au Maroc.

Habitat. — Cette plante, contrairement aux autres Droséracées, se plaît dans les endroits arides et secs, là où croissent les Cistus, les Ulex, les Lavandula, les Erica, les Pinus, etc., c'est-à-dire sur les collines pierreuses ou sur les rochers, dans les forêts de sapin, les dunes de sable, etc. Cet habitat est d'autant plus étonnant que sa structure anatomique est, comme je l'indiquerai plus loin, celle d'une espèce de lieux humides et que dans les serres, pour avoir de belles plantes, bien vigoureuses, il est nécessaire de les placer dans une atmosphère assez humide.

HISTORIQUE

Le *Drosophyllum lusitanicum* est connu depuis 1661, époque à laquelle un Anglais, du nom de G. Grisley (1), le décrivit sous le nom de Viridiarum lusitanicum.

---

(1) G. Grisley, *Epist. dedicat. ad Viridiarum lusitanicum*, Lissabon, 1661.

Peu après, Tournefort (1), reconnaissant sa parenté avec les Droséracées, l'incorpora dans le genre Drosera ; à quelque temps de là, Salisbury trouva bon de recréer un nouveau genre pour ce végétal, ce qui valut à notre plante le nom de « *Ladrosia lusitanica* Sal. », lequel fut de nouveau fusionné avec les Drosera par Linné (2), sous la dénomination de « *Drosera lusitanica* L. ».

Les tribulations du Drosophyllum n'étaient pas encore finies, tant s'en faut ; Brotero (3), un botaniste portugais, trouvant que, par l'insertion de l'ovule sur le placenta, cette plante se rapprochait des Caryophyllées, la plaça dans cette famille en la baptisant « *Spergula droseroïdes* Brot. ».

Link (4) s'empressa de démontrer que Brotero avait commis une erreur, sa plante, d'après lui, n'appartenant pas au genre Spergula, mais constituant un genre nouveau qu'il nomma Drosophyllum et qu'il laissa parmi les Caryophyllées ; il relevait l'erreur de Brotero pour en commettre une lui-même.

Quelques années après, Geoffroy Saint-Hilaire (5) faisait remarquer que le Drosophyllum de Link avait beaucoup plus d'affinités avec les Droséracées qu'avec les Caryophyllées. Sa place n'était cependant pas encore définitivement fixée, car Sprengel (6) jugea bon, quelques années après, d'en faire une Capparidée.

C'est A.-P. de Candolle (7) qui reconnut la véritable place de la plante et la classa dans les Droséracées, où elle est désormais restée.

Tous les auteurs précédemment cités s'étaient occupés du Drosophyllum uniquement au point de vue de la systéma-

(1) Tournefort, *Institutiones rei herbariæ*. Paris, 1770.

(2) Linné, *Species plantarum*, 1753, p. 403.

(3) Brotero, *Flora lusitanica*, 1804, II, p. 215.

(4) Link, *Neuer Journal f. d. Botanik, herausgegeben von prof. Schräder*, 1806, Bd I, p. 53.

(5) Geoffroy Saint-Hilaire, *Mémoires du Museum de Paris*, 1815, II, p. 124.

(6) Sprengel, *Anleit. z. kenntniss der Gewächse.* Halle, 1818, Th. II, 2, p. 777.

(7) A.-P. de Candolle, *Prodromus systematis naturalis*. Paris, 1824, I, p. 320.

tique, ils n'avaient fait aucune observation physiologique; les premières remarques sur les particularités si singulières du Drosophyllum furent faites par A. de Soland (1) en 1870. Puis vinrent les recherches bien connues de Darwin (2) concluant à la sécrétion par la plante d'un liquide capable de digérer les matières organiques azotées.

En 1877, parut un travail peu connu de M. Penzig (3); on y trouve une description très détaillée de la plante, ainsi qu'une étude anatomique fort bien faite, ce qui me dispensera d'entrer dans de grands détails à ce sujet; je me bornerai à indiquer la structure de ce végétal en complétant cet auteur, là où cela sera nécessaire, notamment pour l'étude du liber, et de faire quelques remarques sur l'adaptation anatomique de cette plante au but à remplir et au milieu où elle se trouve.

La partie physiologique de son travail est une réédition, plus parfaite, des expériences de Darwin, avec addition de vues nouvelles.

L'auteur considère les deux sortes de glandes sécrétrices que l'on observe sur les feuilles de Drosophyllum, comme jouant des rôles différents; les unes, pédicellées, sécrètent en abondance un mucus qui, dit-il, ne dissout que fort peu les matières albuminoïdes et est réabsorbé à l'intérieur de la plante au bout de quelques heures; les autres, sessiles, ne sécrètent que lorsqu'elles sont excitées par des substances albuminoïdes et jouissent à un bien plus haut degré que les pédicellées de la propriété de digérer ces corps. Autrement dit : les glandes pédicellées sont surtout des appâts, des pièges, tandis que les glandes sessiles sont essentiellement des organes digesteurs; nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de cette manière de voir.

Enfin il reste à citer un dernier auteur parlant du Drosophyllum, M. Gœbel (1), qui a donné, sans citer l'auteur, la théorie précédente et a fait quelques expériences pour prouver que les plantes digèrent et que cette digestion n'est pas effectuée par des bactéries.

---

(1) A. de Soland, *Étude sur le Drosophyllum lusitanicum*. Angers, 1870.

(2) Ch. Darwin, *Insectivorous plants*. London, 1875, p. 300.

(3) O. Penzig, *Untersuchungen über Drosophyllum lusitanicum Link. Inaugural-dissertation*. Breslau, 24 septembre 1877.

Les expériences de cet auteur étant fort peu nombreuses, ses conclusions devaient être vérifiées, j'en reparlerai plus loin.

Le présent travail est divisé en deux parties, la première relatant les recherches anatomiques appliquées à l'interprétation des fonctions physiologiques de la plante, l'autre purement physiologique.

ANATOMIE.

Structure de la feuille. — La feuille étant l'organe le plus important de notre végétal, c'est par elle que je commencerai.

Elle comprend trois parties principales : l'épiderme, le mésophylle et les faisceaux.

A la face supérieure, nous trouvons un *épiderme* formé d'éléments allongés longitudinalement, à cavité cellulaire assez large, à parois épaisses, surtout extérieurement, revêtues d'une cuticule. L'épiderme inférieur est identique au supérieur, seulement les cellules ont des parois légèrement ondulées.

Tous deux montrent des grains de chlorophylle dans leurs cellules, fait qui se retrouve aussi chez les Drosera, et présentent de nombreux stomates orientés dans le sens de la longueur de la feuille.

Le *mésophylle* comprend la plus grande partie du tissu de la feuille, il entoure les faisceaux et occupe les espaces situés entre ceux-ci ; au-dessus du faisceau médian, il se réduit, à la face supérieure et à la face inférieure, à deux assises qui l'isolent de l'épiderme.

Ce mésophylle est constitué par du parenchyme spongieux vert, dont les éléments irréguliers laissent entre eux d'assez grands méats; ses cellules renferment habituellement un cristal prismatique d'oxalate de chaux et des cristaux verdâtres dont il sera question dans un travail ultérieur.

---

(1) Gœbel, *Pflanzenbiologische Schilderungen, zweiter Teil*, p. 194 (1893).

On n'observe pas trace de tissu en palissade, ce qui est très curieux pour une plante habitant les lieux secs.

Les *faisceaux*, au nombre de trois principaux, sont complètement plongés dans le mésophylle et sont disposés de la façon suivante; le plus gros au centre, les deux autres placés latéralement longent les bords de la feuille. Tandis que le faisceau central est orienté de manière à tourner son bois vers la face supérieure de la feuille, et son liber vers la face inférieure, les faisceaux latéraux sont situés dans une position perpendiculaire à celle-là, c'est-à-dire qu'ils dirigent leur bois vers le faisceau central et leur liber vers la marge foliaire.

La structure du faisceau central, identique d'ailleurs à celle des deux autres, est la suivante :

a. Un liber moins volumineux que le bois, comprenant deux sortes d'éléments, les uns assez larges, allongés, munis de plaques minces, percés de très nombreuses petites ponctuations, ce sont les *tubes criblés;* les autres plus étroits, plus allongés, bourrés de matières albuminoïdes, ce sont les éléments *cambiformes.*

Les tubes criblés sont très nombreux, à contenu moins considérable que celui des éléments cambiformes, formant parfois au voisinage des plaques des amas où l'on observe de petits grains d'amidon.

b. Du bois formant un amas plus volumineux que le liber, et comprenant des trachéïdes aréolées ou ponctuées assez étroites; quelques éléments de parenchyme médullaire s'y introduisent parfois et y forment des sortes de rayons médullaires.

c. Autour du faisceau, mais principalement aux deux pôles, on observe une ou deux rangées d'éléments parenchymateux assez grands, incolores.

d. Enfin une gaîne de fibres larges, à parois assez minces, peu lignifiées (c'est à peine si la phloroglucine les colore en rose), entoure tout le faisceau; à la face supérieure, mais surtout à la face inférieure, le calibre de ces éléments diminue beaucoup et il arrive alors de voir se former aux deux pôles des croissants constitués par des fibres plus étroites, à parois plus épaisses et plus lignifiées que celles des autres éléments de la gaîne. Ces cellules se colorent par le rouge neutre, la fuchsine ammoniacale et par la thalline.

Dans les faisceaux latéraux, l'assise fibreuse est très marquée, placée vers l'extérieur du faisceau et présentant, accolés vers sa partie la plus externe, trois ou quatre petits faisceaux marginaux courant dans le même sens que les faisceaux principaux. Ces petits faisceaux comprennent le plus souvent quelques éléments ligneux unis à un très petit nombre de cellules libériennes, d'autres fois ils sont réduits à une ou deux petites trachéïdes.

Parcours des faisceaux. — Les faisceaux dont nous venons d'indiquer la structure parcourent la feuille d'une façon qu'il est nécessaire de connaître pour bien comprendre la physiologie de ce végétal.

L'eau est apportée aux divers tissus de la plante par une canalisation très complexe, formée :

1° Par le faisceau central et les deux latéraux qui s'allongent parallèlement à lui de la base au sommet de la feuille, nous les nommerons primaires ;

2° Par des faisceaux secondaires réunissant les faisceaux primaires ;

3° Par des faisceaux tertiaires, petits, se détachant des faisceaux secondaires et donnant lieu aux fines anastomoses de la feuille ;

4° Enfin les faisceaux tertiaires et parfois les secondaires produisent des branches très délicates, réduites uniquement à une ou deux trachéïdes étroites, dépourvues de liber et de fibres, en contact immédiat avec le parenchyme, qui se rendent dans les glandes, soit dans les pédicellées, soit dans les sessiles, et ce aussi bien dans les organes sécréteurs actifs de la face inférieure que dans les glandes sessiles inactives, ou à peu près, de la face supérieure.

Les nervures primaires, secondaires et tertiaires ont des tubes criblés ; les tertiaires sont toujours en contact immédiat avec le parenchyme par un de leurs pôles.

J'ai retrouvé chez les Népenthes une structure absolument identique et, pour autant que je sache, elle se présente chez beaucoup de plantes carnivores.

Faisons remarquer immédiatement combien cette structure est peu en harmonie avec les fonctions que l'on prête généralement au liber. Les tubes criblés sont considérés par les botanistes comme servant au transport des substances albuminoïdes; étant donné qu'ici nous avons affaire à des organes chargés de récolter ces substances, il faudrait, si cette théorie était exacte, que nous y trouvions un liber bien constitué. Or, c'est précisément l'opposé que l'on observe, il manque en effet complètement. Cela me paraît appuyer l'opinion de M. Blass (1) qui, remarquant l'absence très fréquente de tubes criblés aux points végétatifs, en déduisait que le transport des matières azotées par le liber n'est nullement prouvé.

Le liber m'apparaît plutôt comme un centre où les albuminoïdes sont transformés et rendus directement assimilables. Cette transformation s'effectuerait avec production de substances déchets (alcaloïdes, etc.) qui, traversant les parois cellulaires des tubes criblés, viendraient se placer dans les tissus périphériques pour se faire oxyder et jouer en même temps le rôle de substances de défense. En d'autres termes, le liber serait le laboratoire où s'opèrent les transformations des substances albuminoïdes, comme le parenchyme vert est celui où se font les synthèses hydrocarbonées.

---

(1) Blass, *Untersuchungen über der physiologische Bedeutung des Siebtheils der Gefässbundel* (*Berichte der deutschen bot. Gesellschaft,* avril 1890).

Stomates. — Il existe de très nombreux stomates sur les feuilles de Drosophyllum, tant à la face supérieure qu'à la face inférieure, la partie où se trouve la nervure médiane exceptée. Ces stomates, surtout ceux de la face inférieure, sont ordinairement placés un peu au-dessus des cellules épidermiques; leur ouverture stomatique conduit à une vaste chambre stomatique et la cuticule des éléments épidermiques, se continuant sur les cellules stomatiques, vient tapisser une portion des cellules qui forment cette chambre. Les stomates étant excessivement nombreux, les chambres stomatiques vastes et le mésophylle très lacuneux, l'aération des tissus internes peut s'effectuer facilement.

GLANDES.

On observe, à la surface des feuilles de Drosophyllum, deux sortes de glandes, les unes sessiles que l'on trouve sur les deux faces, les autres pédicellées qui ne se rencontrent qu'à la face inférieure.

Glandes pédicellées ou tentacules. — Ce sont de petits organes de 1/2 à 1 millimètre de hauteur à peu près, disposés sur 6 rangées irrégulières; ces glandes sont constituées par un pied portant une tête hémisphérique aplatie, plane ou plus ou moins réniforme inférieurement, colorée en rouge intense, de telle façon qu'elles sont visibles d'assez loin, surtout lorsqu'il y a du soleil.

M. Penzig a compté qu'il existe environ 46 tentacules par centimètre, ce qui fait pour une feuille entière, longue de 25 centimètres, la somme énorme de 1150 glandes pédicellées.

Leur structure est assez compliquée; nous rencontrons en allant de dehors en dedans les tissus suivants :

a. Extérieurement, deux assises d'éléments parenchymateux, petits, cuboïdes, à parois assez minces, revêtus sur leur face externe d'une cuticule; leur contenu est abondant, coloré en rouge, un gros noyau s'y trouve. Ce sont ces éléments qui, à mon avis, jouent un rôle actif dans la fabrication du mucilage.

b. Sous l'assise sécrétrice, on observe une couche d'éléments relativement grands, dont les parois latérales sont subérifiées, alors que les cloisons supérieures ne le sont guère d'une façon appréciable; elles se dissolvent toutefois un peu plus lentement dans la potasse, l'acide sulfurique concentré ou l'acide chromique que les parois cellulaires voisines. Dans leur jeunesse ces cellules ont des parois semblables à celles des autres éléments; la subérification ne se produit que plus tard. Celle-ci débute par les cloisons latérales et s'avance un peu sur les cloisons supérieures et inférieures. Je ne l'ai jamais vue envahir complètement ces parois, même dans les glandes âgées; dans les glandes en plein fonctionnement, ces cellules montrent encore un noyau bien caractérisé. Cette couche me paraît surtout jouer le rôle de tissu de soutien.

c. Au-dessous, nous constatons une assise formée de trachéïdes très courtes ou mieux de cellules scléreuses trachéïformes présentant des épaississements réticulés; elle est due à l'épanouissement en palmure de la trachéïde qui parcourt le pied.

La structure du pied est très simple; au centre se trouvent une, parfois deux trachéïdes très étroites, entourées de deux rangées d'éléments assez grands, parenchymateux, dont l'extérieure joue le rôle d'épiderme et a ses cellules revêtues d'une cuticule.

Les glandes sessiles sont bâties sur le même modèle que les pédicellées, elles en diffèrent par le manque de matière colorante rouge dans leur assise sécrétrice et par l'absence de toutes ou seulement la présence d'une ou deux cellules scléreuses.

Conclusion. — La structure de ces glandes ne semble nullement adaptée à l'absorption des matières albuminoïdes; en effet, la présence d'une assise plus ou moins cutinisée, d'une couche scléreuse et enfin l'absence de tubes criblés ne sont pas précisément en rapport avec la fonction qu'on leur attribue.

Si de ces deux sortes de glandes il y en a une qui joue le rôle d'organe absorbant, ce n'est certainement pas la catégorie des glandes pédicellées, mais plutôt celle des glandes sessiles.

Diverses autres observations viennent d'ailleurs appuyer cette manière de voir.

1° Les glandes pédicellées sécrètent en abondance un mucilage limpide qui forme une gouttelette brillante autour du bouton de la glande; si on l'enlève soigneusement au moyen d'une lamelle de verre, on constate qu'après deux jours il s'en est reformé tout autant; si on l'enlève une deuxième fois, il s'en reforme encore et ainsi de suite.

2° Contrairement à ce que disent Darwin et d'autres, si l'on place un petit fragment d'albumine sur une glande, son mucilage ne se résorbe pas, j'ai pu le constater bien des fois; lorsqu'on fait l'expérience avec de la viande, on observe une sorte d'absorption, mais elle est due à l'imprégnation de la viande.

3° Le liquide sécrété par les glandes pédicellées agit comme agent peptonisant, mais très lentement, comme je le prouverai plus loin; peut-être moins vite que celui des glandes sessiles.

4° Les glandes sessiles d'une plante bien portante, contrairement à ce qui a été dit par Darwin et Gœbel, ne sont nullement excitées par le dépôt d'une matière nutritive azotée. L'expérience suivante le prouve : le 5, 6, 9, j'enlève le mucilage d'une portion de feuille, puis je dépose entre quatre glandes pédicellées un petit fragement de viande, lequel fut observé tous les jours à la loupe, à différentes reprises ; je pus ainsi constater que le 9, c'est-à-dire 4 jours après, le fragment était encore parfaitement sec et nullement modifié.

5° Les glandes sessiles, qui passent pour ne sécréter que lorsqu'elles sont excitées, donnent indubitablement un mucilage acide à la suite d'un arrosage et, aussi, m'a-t-il semblé, lorsqu'il fait assez chaud. Donc, les glandes pédicellées ont surtout la tâche de sécréter une grande quantité de liquide susceptible de digérer, jouant en même temps le rôle d'appât ; les glandes sessiles sécrètent aussi un liquide digestif plus actif que celui des glandes pédicellées et peut-être jouissent-elles de la faculté d'absorber les produits formés ; elles sont en tout cas mieux adaptées que les autres à la fonction d'absorption, à moins que les stomates ne puissent intervenir dans une certaine mesure.

CUTICULE.

Un seul auteur, M. Penzig, signale la présence d'une cuticule sur la surface externe des glandes, mais il n'entre dans aucun détail à son sujet ; cette cuticule mérite cependant, dans le cas présent, un examen détaillé qui permettra de jeter un peu de jour sur la question de perméabilité des membranes.

Nous constatons d'une part la sécrétion d'une énorme quantité de mucilage par la surface externe des glandes et nous voyons ce mucilage se reformer lorsqu'on l'enlève ; d'autre part nous constatons la présence d'une cuticule bien marquée, membrane généralement considérée comme imperméable, et nous observons que le mucilage ne se forme point à ses dépens, mais bien à ceux de cellules situées au-dessous.

Trois choses sont possibles. *a.* Cette membrane est une fausse cuticule dépourvue des propriétés chimiques caractérisant les tissus cutinisés ;

b. Elle est percée d'ouvertures ;

c. Elle est perméable.

Les recherches faites pour déterminer la nature de cette membrane externe des glandes m'ont prouvé à toute évidence que c'était une cuticule vraie, jouissant de toutes les propriétés de ces sortes d'enveloppes ; voici les réactions employées :

1° Elle se teint par les colorants des cuticules (iode, etc.) ;

2° Elle se colore très bien par la fuchsine acide et la coloration ainsi obtenue persiste dans la glycérine et dans le chloral, comme c'est le cas des autres membranes cutinisées ;

3° Le réactif de Millon la met nettement en évidence, il la colore en jaune de même que les éléments sclérifiés et lignifiés et fait gonfler les tissus sous-jacents ;

4° La réaction de Piotrowsky (sulfate de cuivre et potasse) m'a également donné d'excellents résultats dans le cas présent, la cuticule devenait jaune verdâtre et les membranes sous-jacentes se gonflaient très fortement et bleuissaient ;

5° Elle résiste à l'action de l'acide sulfurique concentré alors que tous les autres éléments, même le bois, sont dissous ; ce caractère permet de l'isoler pour la soumettre à toutes les réactions caractérisant les cuticules ;

6° Cette cuticule est également insoluble dans l'acide chromique (solution moyennement concentrée), laquelle enlevait cependant tous les autres tissus, même le bois, laissant seulement les membranes cutinisées ;

7° Elle est saponifiable, caractère propre aux membranes cutinisées. Cette recherche a été faite par la méthode d'Höhnel, qui consiste à faire agir une solution de potasse concentrée (1/1) à chaud sur les coupes placées sur plaque chauffante. On pouvait ainsi constater que vers 70° de petits globules faisaient leur apparition sur la cuticule ; cette réaction a également bien marché avec des cuticules séparées par l'acide sulfurique des éléments sous-jacents ;

8° Après l'action de l'acide sulfurique, l'acide osmique ne paraît colorer la cuticule que bien faiblement. Puisque nous avons affaire à une véritable cuticule, persistant durant toute l'existence de la glande, et que celle-ci se laisse traverser rapidement par une grande quantité de mucilage (liquide peu diffusible), venant des couches cellulaires sous-jacentes, il était permis de supposer que cette cuticule était percée de pores.

Pour savoir à quoi m'en tenir, j'ai isolé des cuticules par l'acide sulfurique, suivi d'un traitement par l'acide chromique et de lavages soignés à l'eau distillée ; certaines de celles-ci furent même placées pendant un certain temps dans du chloroforme, de la potasse et de l'hydrate de chloral, etc., afin d'enlever toutes les impuretés qui auraient pu s'y trouver ; les unes furent examinées dans la glycérine ou dans l'eau, les autres furent montées au baume en passant par l'essence de girofle, après ou sans coloration préalable.

Bien que les observations fussent faites au moyen d'objectifs à immersion Zeiss au 1/12, il me fut impossible d'apercevoir avec certitude des pores ou des fentes quelconques. On semble parfois voir de très légères stries, mais elles sont si faibles et si difficiles à constater que je ne crois pas qu'elles puissent indiquer une membrane hétérogène. Je pense donc que cette cuticule se trouve dans le cas des autres membranes, c'est-à-dire se laisse traverser par les liquides, fait qui, je pense, n'a jamais été signalé et qui vient quelque peu à l'encontre des idées sur la perméabilité des membranes ; ce passage de l'eau est sans doute favorisé par une très forte pression existant dans les couches sécrétrices.

Voici comment on peut mettre cette perméabilité en évidence :

1° Si l'on examine des glandes pédicellées bien portantes, pourvues à leur extrémité d'une goutte de mucilage, on constate qu'une cuticule peut y être observée ;

2° Si l'on enlève soigneusement le mucilage d'une portion déterminée de feuille, puis qu'on abandonne la plante à elle-même, on remarque le lendemain que de nouvelles gouttes ont été sécrétées et les observations au microscope démontrent que la cuticule s'y trouve encore.

Pour enlever le mucilage, je procédais de la manière suivante : j'approchais une lame de verre des gouttelettes, puis je l'attirais légèrement à moi, de façon à étirer les amas mucilageux, ensuite à l'aide d'un scalpel j'enlevais tout le mucilage des têtes ; au besoin je renouvelais une ou deux fois l'opération et ne considérais les glandes comme privées de leur sécrétion que lorsque la loupe ne me permettait plus d'en constater la moindre trace. Cette opération n'est pas difficile, elle exige seulement un peu de pratique et une certaine dose de patience.

J'ai pu de cette manière faire sécréter à trois ou quatre reprises différentes, par une même partie de feuille, des quantités de mucilage égales à celles qui s'y trouvaient précédemment, et cela en une quinzaine de jours.

L'expérience a parfois porté, non pas sur une partie, mais sur toute une feuille et toujours le mucilage était renouvelé au bout d'un ou deux jours, suivant la température et l'arrosage ;

3° L'arrosage d'une plante détermine une augmentation de volume des gouttelettes mucilagineuses ;

4° Lorsqu'on arrose des Drosophyllum avec une solution de lithine concentrée, on constate au bout de peu de temps (1 jour) que le mucilage renferme de la lithine (spectroscope) ; au moment de cet examen, les cellules étaient encore parfaitement en vie. Si l'on fait usage de solutions diluées de lithine, l'expérience réussit également, mais marche avec plus de lenteur ; l'expérience ayant été commencée à 10 heures du matin, on pouvait constater la réaction de la lithine dans la feuille vers 6 heures du soir, mais non encore dans le mucilage ; ce dernier la donnait le lendemain (spectroscope). La plante était en parfaite santé.

5° Lorsqu'on place une plante entière dans un appareil de chauffage tel que le pot de la plante seul soit échauffé (40°), on voit au bout de peu de temps le volume des gouttes augmenter et même, si l'expérience se prolonge, on constate que la substance colorante rouge des assises sécrétrices passe au travers de la cuticule et vient teindre le mucilage. On arrive au même résultat en coupant une feuille, en la plaçant dans un tube à réactif et en chauffant plus ou moins celui-ci.

6° Le phénomène se produit parfois sur les plantes vivantes sans qu'on leur fasse subir quoi que ce soit; on le voit toujours apparaître lorsque les feuilles deviennent malades; les cellules perdant alors la faculté de retenir les matières colorantes, celles-ci peuvent passer au travers de la cuticule et venir colorer la goutte mucilagineuse. La cuticule est donc indubitablement perméable.

MUCILAGE.

La plante sécrète toute l'année, mais surtout d'une façon très marquée avant la floraison.

Si je dis que 16 grandes feuilles, très bien portantes, abondamment pourvues de mucilage, m'ont donné, en mars 1894, $1^{gr},65$ de mucilage, on pourra se faire une idée de l'activité de la sécrétion.

Les deux sortes de glandes fournissent des gouttelettes mucilagineuses, mais la sécrétion des pédicellées est infiniment plus active que celle des sessiles; ces dernières sécrètent sans qu'il soit nécessaire de les exciter, contrairement à ce qu'ont prétendu Darwin, Penzig et d'autres.

Toute cause affectant la plante semble retentir sur la production du mucilage; ainsi, les plantes placées à l'obscurité en sont presque dépourvues.

Les gouttelettes appendues à l'extrémité des glandes sont constituées par un liquide limpide, gluant, à réaction acide, à saveur salée, non sucrée, brillant au soleil, ce qui donne à ces plantes un cachet tout spécial ; de ce liquide se dégage une odeur de miel parfaitement caractérisée.

Cette sécrétion a présenté les caractères suivants :

1° Elle se colore légèrement par l'*éosine* ;

2° Elle prend une teinte jaune sous l'influence de l'*iode* ;

3° Elle se dissout dans l'*eau* froide ;

4° Elle donne un précipité blanc par l'*alcool* ;

5° L'*acétate de plomb* y fait naître un précipité blanc ;

6° Le *chlorure de zinc* lui communique une coloration jaune ;

7° L'*acide nitrique* la coagule sans la colorer ;

8° Le *réactif de Millon* donne lieu à un coagulum incolore ; mais il n'y a pas trace de coloration, même à chaud ;

9° L'*hydrate de chloral* la dissout à la longue ;

10° Elle se dissout dans une solution de *perchlorure de fer*, sans donner de coloration ou de précipité ;

11° L'*hydrate de baryte* y détermine la formation d'un précipité blanc ;

12° L'*acide phosphomolybdique* n'occasionne aucun changement ;

13° Par l'*hydrate de potasse*, ce mucilage se coagule d'abord, puis se gonfle, mais ne paraît pas s'y dissoudre ;

14° Avec le *chlorure de baryum*, trouble tout à fait insignifiant ;

15° Au contact de la *brucine* et de l'*acide sulfurique* concentré, pas de coloration rose ;

16° On n'obtient pas d'indication de nitrate en évaporant une goutte de ce mucilage sur une lame de verre, puis en traitant par la *diphénylamine sulfurique* le résidu laissé à l'évaporation ;

17° Si l'on traite ce mucilage par une solution alcoolique de *thymol* plus une goutte d'*acide sulfurique concentré*, on obtient une coloration jaune orangée, analogue à celle que donne le mucilage de Lin ; si l'on chauffe le mucilage avec une goutte d'*acide chlorhydrique*, puis qu'on le soumette à l'action de ce réactif, une coloration rouge indiquant qu'il y a eu formation de glycose prend naissance ;

18° Microchimiquement, la *réaction de Fehling* ne s'est pas produite, elle ne va pas davantage avec du mucilage frais ; mais si l'on soumet à l'action de ce réactif une certaine dose de mucilage préalablement additionné d'*acide chlorhydrique* et qu'après une ébullition d'une vingtaine de minutes, on neutralise par de la *potasse*, on obtient une réduction très nette, analogue à celle que donne dans les mêmes conditions le mucilage de Lin. On ne peut constater trace de sucre au goût, dans le mucilage frais. Cet ensemble de réactions nous permet de tirer les conclusions suivantes :

Le mucilage sécrété par les glandes foliaires du Drosophyllum est d'*origine cellulosique*, non albuminoïde ; il ne contient *pas de nitrates*, *pas de sucres*, *pas de phosphates*, *pas de potassium ;* on y trouve seulement de la *chaux*, de la *soude* et un *acide organique* ;

19° Le potassium et le phosphore furent l'objet d'investigations spéciales ; pour les rechercher, j'évaporai à sec au bain-marie, 1 gramme de mucilage frais, le faible résidu laissé fut calciné, ce qui fournit une quantité insignifiante de cendres ; une partie de celles-ci fut traitée à chaud par l'*acide nitrique* et la solution obtenue bouillie avec de l'*acide phosphomolybdique ;* on n'obtint pas trace de précipité, même après un jour, ce qui confirme l'absence de phosphore ; la seconde portion fut traitée à chaud par l'*acide chlorhydrique* et, après évaporation et dissolution du résidu dans une goutte d'eau, une partie fut examinée au spectroscope, l'autre partie fut additionnée de *chlorure de platine ;* aucune de ces deux méthodes ne décela trace de potassium.

Acide. — Arrivons maintenant à l'acide, dont on peut très nettement constater la présence dans le mucilage.

Cet acide existe en tout temps dans ce liquide et ne paraît nullement augmenter pendant la digestion.

Quelle est la nature de cet acide ?

D'après M. Gœbel, c'est de l'acide formique, ce que n'ont absolument pas confirmé les recherches faites par M. le professeur A. Meyer et par moi. Tout d'abord nous avons constaté que l'odeur du mucilage n'était pas celle de cet acide. Ensuite, étant donné que l'acide formique est volatil, nous avons essayé de le trouver dans le liquide provenant de la distillation d'une certaine quantité de mucilage. Dans ce but nous avons recueilli, fin mars, environ 2,5 centimètres cubes de mucilage frais, que nous avons mélangé à un peu d'eau et placé, ainsi dilué, dans un appareil distillatoire muni d'un réfrigérant Liebig; nous distillâmes environ les 2/3 et avec le produit obtenu nous fîmes les réactions suivantes :

1° A l'aide de *tournesol* dilué et de *cyanine*, nous recherchâmes son acidité ; ces réactifs n'indiquèrent rien ;

2° La réduction du *nitrate d'argent*, si caractéristique pour cet acide, fut essayée inutilement.

Afin de bien démontrer que l'acide formique en solution très diluée est volatil et décelable dans le distillat, nous plaçâmes dans l'appareil une solution au 1/8000 et nous pûmes parfaitement constater cet acide dans ce distillat à l'aide du *nitrate d'argent*, de la *cyanine* et du *tournesol*.

Nous fîmes même des solutions encore plus diluées de cet acide et nous pûmes ainsi observer que lorsque la dilution était arrivée au point de rougir le papier de tournesol avec la même intensité que le mucilage, on pouvait encore déceler l'acide formique à l'aide du *nitrate d'argent*.

Donc le mucilage ne renferme pas d'acide volatil; de plus, l'odeur de miel que nous avons indiquée précédemment ne se trouve que peu marquée dans le produit de la distillation.

Examinons la partie qui n'a pas été distillée.

Celle-ci possède une forte odeur de miel, et, à une réaction à peu près égale à celle d'une solution d'acide formique à 1/8000 ; elle ne réduit pas le *nitrate d'argent*.

La recherche de l'acide fut faite par le procédé suivant :

Une certaine quantité de mucilage fut agitée avec de l'alcool à 50°, on précipitait de cette façon le mucilage, gardant l'acide en solution ; on filtrait et obtenait un liquide très acide, même au goût; celui-ci évaporé au bain-marie, puis repris par un peu d'eau, était traité par une certaine quantité d'alcool absolu pour précipiter le mucilage restant ;

après filtration et évaporation, on reprenait de nouveau par un peu d'eau; la solution ainsi obtenue fut soumise :

1° A l'action d'une solution de *nitrate d'argent*. Celle-ci y détermina un léger trouble blanc, qui, chauffé, disparut : je n'oserais affirmer qu'il y ait eu réduction ;

2° A celle du *chlorure de calcium*, qui ne donna rien (l'expérience fut cependant faite deux fois, avec des solutions concentrées) ;

3° A celle du *chlorure de baryum*, qui ne produisit rien ;

4° A celle du *sulfate de chaux*, qui ne fournit aucune indication ;

5° Avec le *perchlorure de fer* on obtint, après un certain temps, un léger trouble.

Encore une fois, ces réactions confirmaient *l'absence d'acide formique;* quant à l'acide qui s'y trouve, il m'est impossible de l'indiquer; je n'ai pas eu suffisamment de sécrétion pour pouvoir en extraire la quantité indispensable; il est très probablement nouveau (1).

Nous étudierons plus loin les propriétés physiologiques de ce mucilage.

TIGE.

Dans une tige âgée, déjà pourvue de son suber, nous trouvons, en allant de l'extérieur vers l'intérieur :

1° Une couche épidermique formée de petites cellules, recouvertes d'une fine cuticule, renfermant ordinairement en leur intérieur un gros globule de substance noire, dont la nature m'est encore inconnue ;

2° Au-dessous se trouvent 3 ou 4 assises d'éléments morts, assez grands, plus ou moins arrondis en section transversale, allongés longitudinalement, à parois brunâtres ;

---

(1) M. Stein a indiqué la présence d'acide citrique dans le mucilage du Drosera rotundifolia (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, p. 1603).

3° Vient ensuite la couche subéreuse, souvent très épaisse (6 ou 7 assises cellulaires), formée de grands éléments à parois minces, colorées en jaune, ayant l'aspect caractéristique du suber ;

4° Une zone épaisse de parenchyme cortical lui succède ; elle est constituée par des cellules arrondies, isodiamétriques, laissant entre elles des méats ; c'est dans ce parenchyme que l'on observe de nombreux cristaux jaunes et qu'on trouve des grains de chlorophylle renfermant de petits grains d'amidon ; c'est également dans ce tissu que se trouvent des cellules à contenu d'aspect huileux ou résineux ;

5° Le liber comprend des éléments très inégaux à parois brillantes assez épaisses, dont certains m'ont semblé renfermer des cristaux jaunes ;

6° Vient ensuite le bois, qui est bien marqué, formé de nombreuses petites trachéïdes ponctuées, à parois colorées en jaune ;

7° Enfin une moelle bien développée occupe le centre de cette tige.

Lorsque la plante devient malade, on constate que les éléments ligneux noircissent et sont alors remplis d'une substance de cette couleur.

Nous ne nous arrêterons pas davantage à la tige, et nous dirons quelques mots de la hampe florale, avant de passer à la partie physiologique.

HAMPE FLORALE.

Les fleurs forment une cyme lâche, portée par un long pédoncule ; la structure de ce dernier est la suivante :

1° Au centre, une moelle formée d'éléments parenchymateux assez grands, devenant plus petits vers la périphérie et présentant alors des parois un peu plus épaisses ;

2° Autour de cette moelle le cylindre central constitue un anneau peu épais qui présente, vers l'intérieur, du bois (trachées ou trachéïdes annelées ou réticulées) dont les parois sont colorées en jaune, vers l'extérieur, du liber, dont dont les petits éléments sont réunis en portions séparées, de temps à autre, par une ou deux couches de cellules parenchymateuses ; le péricycle, puis une assise d'éléments à parois plus épaisses qui représente l'endoderme, lui succède.

La masse de tissus située au-dessus de l'endoderme correspond à peu près à la moitié du rayon ; elle est constituée :

1° A la base, par de longues cellules, assez larges, à parois minces, munies de rares ponctuations, lesquelles diminuent leur calibre et épaississent leurs parois vers la périphérie ; ces dernières renferment parfois de la chlorophylle ;

2° A ces fibres succède du parenchyme cortical dont les assises profondes sont incolores, mais dont les plus externes contiennent de la chlorophylle; ce parenchyme est très riche en cristaux d'un jaune verdâtre ; parmi les cellules de ce parenchyme qui avoisinent la dernière couche de fibres, on voit, çà et là, s'insinuer de petits faisceaux lesquels fourniront les éléments vasculaires aux nombreuses glandes de deux sortes qui garnissent la hampe florale ;

3° Le tout est recouvert par un épiderme cuticularisé, pourvu de stomates, dont les cellules contiennent également des cristaux d'un jaune verdâtre.

DEUXIÈME PARTIE

PHYSIOLOGIE

On a attribué au mucilage, sécrété en si grande abondance par la partie inférieure des feuilles du Drosophyllum, la fonction de servir à attraper les insectes et à les digérer ensuite, en un mot à nourrir la plante.

C'est au sujet de la façon dont s'effectue cette digestion que les auteurs sont divisés ; les uns prétendent que les insectes sont mangés par des bactéries, les autres qu'ils sont dissous par un principe analogue à la pepsine contenu dans le mucilage ; examinons de plus près ces deux manières de voir et tâchons d'en déduire une certitude.

Avant d'entrer dans le détail des expériences, voyons d'abord d'une façon générale ce qu'on doit entendre par digestion et de quelle manière on peut la reconnaître.

Je prends ici, comme *criterium* de la digestion, la transformation des albuminoïdes en peptones ou en corps voisins, sous l'influence d'un ferment inorganisé.

DIGESTION PAR LES ZYMASES.

Caractères de la fibrine. — Afin d'asseoir nos conclusions sur des bases certaines, nous avons cherché à éviter autant que possible les causes d'erreurs ; à cet effet, tous les matériaux et réactifs employés ont toujours été, au préalable, l'objet d'un examen très sérieux.

Comme substances digestibles, nous avons utilisé le blanc d'œuf et la fibrine du sang, parfois la viande. La fibrine était blanche ou à peu près ; nous la conservions dans de l'eau saturée de chloroforme, et lors du besoin, nous divisions les fragments et nous les lavions plus ou moins à l'eau, suivant le but que nous nous proposions.

Cette fibrine répondait aux caractères suivants :

1° Elle était insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, soluble dans la potasse, surtout à chaud. L'albuminate de fibrine ainsi formé ne présentait plus les caractères de la fibrine.

2° Par l'ébullition dans l'hydrate de chloral, elle se gonflait, mais ne se dissolvait pas.

3° L'acide nitrique concentré lui communiquait à froid une coloration jaune qui était fortement accentuée par l'addition d'ammoniaque.

4° Le réactif de Millon, à froid, produisait une coloration jaunâtre, qui devenait d'un rouge brique très intense si l'on élevait la température.

5° L'iode colorait en brun.

6° Placée dans une solution de sulfate de cuivre, lavée ensuite à l'eau, puis traitée par une solution concentrée de potasse, elle prenait une teinte pourpre foncée.

7° L'éosine en solution aqueuse la colorait en rouge.

8° L'acide phosphomolybdique pénétrait la masse et y faisait naître un précipité jaune.

Réactions des produits résultant de l'action de la pepsine sur la fibrine. — La pepsine employée pour nos expériences était une solution glycérique de pepsine Merck que l'on trouve dans le commerce ; des essais préalables nous avaient appris qu'elle était excellente.

Si l'on fait agir de la pepsine sur de la fibrine en présence d'acide chlorhydrique, on obtient, après une action de quelques jours, un liquide renfermant de la peptone ; si l'on filtre, qu'on fasse bouillir, puis qu'on refiltre, on peut constater que :

1° Par l'alcool étendu, de même que par les acides, il n'y a pas de précipitation.

2° Le réactif de Millon donne à chaud une coloration d'un rouge-brun.

3° Le sulfate de cuivre et la potasse donnent une coloration mauve très nette, non rose.

4° Par l'acide picrique, pas de précipité.

5° Par l'acide phosphomolybdique, un précipité jaune abondant.

6° Par l'iode, coloration jaune brunâtre.

Caractères de l'albumine (blanc d'œuf). — Ses caractères principaux sont :

1° En solution aqueuse, elle est précipitée par l'alcool, les acides, le chloral, etc.

2° L'acide nitrique détermine la formation d'un précipité jaune pâle, dont la couleur est renforcée par l'addition d'ammoniaque.

3° L'acide phosphomolybdique précipite abondamment en jaune.

4° L'iode donne un précipité jaune-brun.

5° Le réactif de Millon colore d'une façon intense en rouge-brique.

6° Le sulfate de cuivre donne lieu à un précipité blanc.

7° Le sulfate de cuivre, puis la potasse, donnent à froid une magnifique coloration pourpre, très nette.

8° L'éosine colore en rose.

9° L'acide acétique plus un peu de ferrocyanure de potassium y déterminent un précipité blanc.

10° L'acide métaphosphorique précipite en blanc.

11° L'acide phosphotungstique, en solution sulfurique, donne un précipité blanc.

Réactions des produits résultant de l'action de la pepsine sur l'albumine. — La peptone obtenue de cette façon présente les mêmes caractères généraux que ceux indiqués pour la peptone de fibrine, c'est-à-dire :

1° Non-précipitation par l'alcool ou par les acides.

2° Coloration rouge par le réactif de Millon.

3° Coloration mauve par le sulfate de cuivre, puis la potasse.

4° Précipité jaune par l'acide phosphomolybdique.

Réactifs caractérisant la peptone. — Dans les expériences ultérieures, on s'est servi, pour caractériser la peptone, des réactifs suivants :

1° *Du réactif de Piotrowsky.* Nous employions à cet effet une solution si diluée de sulfate de cuivre qu'elle paraissait presqu'incolore ; nous en ajoutions deux ou trois gouttes à la solution où nous supposions de la peptone, puis nous faisions arriver prudemment une goutte ou deux de solution concentrée d'hydrate de potasse.

2° *Du réactif de Millon.* — On ajoutait le réactif au liquide jusqu'à ce que le précipité qui se formait fût de nouveau dissous, puis on chauffait lentement.

3° D'une solution d'*acide phosphomolybdique.*

4° Parfois de la *réaction xanthoprotéïque.*

Avant de faire agir les réactifs, on faisait au préalable bouillir le liquide, puis on le filtrait.

Durée de la peptonification. — L'albumine était dissoute plus lentement que la fibrine ; c'est pourquoi, dans nos expériences sur le Drosophyllum, nous sommes-nous servis de cette dernière.

Voici quelques expériences qui montreront avec quelle rapidité cette peptonification se produit.

1° Un tube renfermant de la fibrine + 3^{cmc} d'une solution d'acide chlorhydrique à $\frac{2,50}{200}$ + 2 gouttes de solution de pepsine dans la glycérine fut exposé à une température de 15° ; au bout d'un jour et demi, la digestion était complète.

2° A 45° la digestion marche beaucoup plus vite ; ainsi de la fibrine + 3^{cmc} de solution d'acide chlorhydrique + une goutte de pepsine dans la glycérine, montra une digestion complète après trois heures.

3° Des solutions très diluées de pepsine agissaient encore ; c'est ainsi qu'il fut possible d'observer la formation de peptone avec une goutte des dilutions suivantes :

Pepsine glycérinée	25 gouttes	25 gouttes	25 gouttes
Eau	20 grammes	50 grammes	100 grammes

Au bout de trois ou quatre jours à 45°, la digestion était complète.

Ces recherches étaient faites en présence de chloroforme, et la peptone était toujours constatée au moyen des réactifs cités ci-dessus.

DIGESTION PAR LE MUCILAGE (*in vitro*)

Y a-t-il digestion? — Oui, et il est facile de le démontrer ; il suffit pour cela de prendre une certaine quantité de mucilage, de le mettre dans un tube, d'y ajouter un petit fragment de fibrine et quelques gouttes (2 ou 3) de chloroforme comme agent antiseptique. Le tube ainsi préparé est ensuite bouché et abandonné à la température ordinaire ou, si l'on veut que l'expérience marche plus vite, exposé à une température de 35° ; on peut alors voir les morceaux de fibrine être attaqués, puis, peu à peu, dissous plus ou moins complètement. Si après quelques jours on filtre, on peut dans le liquide filtré, à l'aide de réactifs appropriés, reconnaître la présence de peptone.

Ce mucilage digère aussi la légumine et l'albumine, sans addition d'acide. La digestion par le mucilage se fait d'autant mieux qu'il y a plus de mucilage en présence.

La digestion est-elle bactérienne? — Afin d'être fixé sur ce point, les recherches suivantes furent faites :

1° Examen microscopique du mucilage.

2° Analyse chimique et microchimique du mucilage.

3° Essais avec tubes de gélatine nutritive.

4° Infection du mucilage.

Si l'on examine au microscope du mucilage frais, tel quel ou après coloration par l'iode et l'éosine, on n'y observe *pas trace de bactéries* ou autres organismes ; le trouble que l'on perçoit parfois à l'œil nu est dû, je pense, à des corps gras.

Les analyses nous ont prouvé que ce mucilage était d'origine cellulosique et ne contenait ni albuminoïdes, ni sucres, ni sels de potasse, ni nitrates, ni phosphates, c'est-à-dire aucune des substances pouvant être utilisées par ces microorganismes, mais renfermait plutôt des matières qui leur sont nuisibles (principe odorant, acide).

Le liquide mucilagineux conserve sa réaction acide pendant toute la durée de la digestion, ainsi que j'ai pu m'en assurer en examinant le mucilage placé à côté d'un fragment de viande en voie de digestion depuis quatre jours déjà. Sept tubes de gélatine, rendue nutritive par addition de peptone et d'extrait de malt, furent ensemencés au moyen de mucilage pris directement sur les Drosophyllum ou à l'aide d'une goutte de liquide contenu dans les urnes fermées des Népenthes.

N^{os} 1, 2, 3. Ces tubes furent mis un jour dans une étuve à 40°, puis abandonnés à la température ordinaire ; après six jours ils ne présentaient pas trace de bactéries.

N° 4. Inoculé avec le mucilage, puis mis six jours à 40° ; après ce temps, rien.

N° 5. Inoculé avec le mucilage, puis mis six jours à 40° ; mais après ce temps, bactéries.

N° 6. Inoculé avec bactéries de la putréfaction; après six jours à 40°, les bactéries s'étaient développées.

N° 7. Une goutte de liquide de Népenthe ; après six jours, pas de bactéries.

Ce mucilage est donc privé de bactéries et c'est vraisemblablement par accident qu'un micro-organisme se sera glissé dans l'un des tubes.

Afin de prouver que le mucilage constitue un milieu impropre à entretenir la vie des bactéries, je fis l'expérience suivante, une certaine quantité de mucilage de Drosophyllum fut placée dans un tube préalablement stérilisé, puis on y ajouta de la fibrine et des bactéries de la putréfaction ; le tout fut mis à l'étuve, à 40° pendant quatre jours ; au bout de ce temps, on ne pouvait percevoir la moindre odeur de putréfaction ; l'expérience précédente avait pourtant indiqué que la température de 40° ne gênait nullement le développement de ces microbes. Donc tous les faits sont contraires à la digestion par des microbes.

Digestion par des substances tenues en solution dans le mucilage. — Ainsi qu'il l'a été dit précédemment, le mucilage seul, en présence de chloroforme digère, mais lentement, et cette digestion n'est nullement bactérienne.

Il nous reste à déterminer quelles sont les circonstances qui exaltent l'action du mucilage, après quoi nous rechercherons quel est le principe qui digère. Les résultats de très nombreuses expériences ont prouvé :

1° Que les acides en quantité très minime paraissent favoriser l'action du mucilage ;

2° Que la chaleur accélère jusqu'à un certain degré, la digestion ;

3° Le mucilage de Drosophyllum bouilli agit encore, m'a-t-il semblé, à 40°, sur les albuminoïdes (viande, légumine, fibrine) et donne des teintes roses tirant sur le violet avec le réactif de Piotrowsky ;

4° Le chloroforme n'empêche nullement la digestion de s'effectuer ;

5° La digestion par le mucilage de Drosophyllum marche plus rapidement que celle par les bactéries, mais plus lentement que celle par la pepsine. Dans les digestions bactériennes, ces organismes absorbant la peptone au fur et à mesure de sa formation, on n'y constate ordinairement que des traces de cette substance dans les liquides. Voici d'ailleurs une série d'expériences destinées à montrer comment on opérait : le 18 mars 1894, nous mîmes en train des tubes renfermant les mélanges suivants :

1° 1^{cmc} de mucilage de Drosophyllum + de la fibrine + 3 gouttes de chloroforme + 2^{cmc} d'eau ;

2° 2^{cmc} du mucilage + de la fibrine + 3 gouttes de chloroforme + 2^{cmc} d'eau ;

3° 3^{cmc} de mucilage + fibrine + 3 gouttes de chloroforme + 2^{cmc} d'eau ;

4° 3^{cmc} de mucilage + fibrine + 3 gouttes de chloroforme, pas d'eau (afin d'avoir une quantité de mucilage 3 fois plus forte, pour le même volume de liquide, que 1.

Ces tubes, après avoir été hermétiquement bouchés, furent placés dans un bain-marie à 40°, et examinés de temps à autre.

Le 21 mars 1894, toutes les cultures paraissaient avoir subi un commencement de digestion; le 24, les digestions étaient très avancées, surtout pour 2 et 4; le 27, il y avait encore un dépôt dans les quatre tubes : ayant recherché la peptone par le réactif de Millon et de Piotrowsky, on put constater, avec ce dernier, que la teinte des tubes 2 et 3 était un peu plus foncée que celle de 1; la coloration obtenue avec 4 était de beaucoup plus foncée et comparable à celle obtenue avec pepsine glycérine (8).

Une série parallèle à la première fut faite en même temps, en remplaçant l'eau par une quantité égale d'eau acidulée à l'acide chlorhydrique à $\frac{2,5}{200}$.

5° 1^{cmc} de mucilage + de la fibrine + 3 gouttes de chloroforme + 2^{cmc} d'eau acidulée;

6° 2^{cmc} de mucilage + de la fibrine + 3 gouttes de chloroforme + 2^{cmc} d'eau acidulée;

7° 3^{cmc} de mucilage + fibrine + 3 gouttes de chloroforme + 2^{cmc} d'eau acidulée.

Le 24, on constatait qu'il y avait eu digestion, les fragments de fibrine étaient gonflés, mais non aussi fortement pulvérisés que ceux de la série I.

En faisant agir sur le tube 5 les réactifs de Millon et de Piotrowsky, on obtint des résultats analogues à ceux du tube 1.

Avec le réactif de Piotrowsky, on constata que les teintes étaient inférieures à celles des tubes 1.2.3.4.; 7 surtout, montrait une teinte beaucoup plus faible que son équivalent.

Une troisième série, formée de tubes avec pepsine, fut constituée ;

8° 1 goutte de pepsine en solution glycérique + 3^{cmc} d'eau acidulée + de la fibrine, mais pas de chloroforme.

9° 1 goutte de pepsine en solution glycérique + 3^{cmc} d'eau acidulée + fibrine + 3 gouttes de chloroforme.

Le 21, c'est-à-dire trois jours après que ces tubes avaient été préparés, la digestion était achevée, aussi bien là où il y avait du chloroforme, que là où il n'en existait pas ; la pepsine digère donc beaucoup plus rapidement que le mucilage.

Le 27, après avoir filtré, on fit la recherche de la peptone ; le réactif de Millon provoqua une coloration plus foncée que celle des essais précédents ; celui de Piotrowsky donna lieu à une réaction plus intense que 1 et 5, à peu près égale à celle de 4, seulement au lieu d'être violette elle était plutôt rosée. La solution filtrée provenant de la digestion de la fibrine par la pepsine donne, par l'addition d'acide nitrique, un précipité qui se redissout à chaud (ce qui prouve la présence d'hémialbumose).

Les solutions résultant de la digestion par le mucilage ne donnèrent rien de semblable : on y trouvait de la peptone, mais pas d'hémialbumose ; on obtenait un précipité lorsqu'il y avait addition d'acide au liquide digestif. Ces deux digestions ne sont donc pas identiques.

Afin de comparer la digestion par le mucilage et celle par la pepsine avec celle produite par les bactéries, nous ajoutâmes les tubes suivants ;

10° Fibrine + une goutte de liquide en putréfaction + 3^{cmc} d'eau.

11° Fibrine + 3^{cmc} d'eau acidulée + 1 goutte de liquide en putréfaction ;

12° Fibrine + 3^{cmc} d'eau acidulée + 1 goutte de liquide en putréfaction + 3 gouttes de chloroforme.

Le 24, le liquide du tube 10 était trouble et dégageait une odeur de putréfaction très accusée ; les tubes 11 et 12 étaient clairs et ne donnaient pas d'odeur.

Le 27, le tube 11 montrait une digestion très peu avancée, les fragments de fibrine étaient encore à peu près entiers ; il ne donna avec le réactif de Piotrowsky qu'une légère teinte violacée, très inférieure à celle du tube 1. Il donnait une coloration à peu près égale à la précédente, c'est-à-dire quasi nulle.

Le tube 12 montrait une réaction plus intense que 11 et 10, mais beaucoup plus faible que 1. 5. 9. ; ce résultat est difficile à expliquer.

Enfin les deux essais suivants furent institués pour examiner si l'eau ou l'acide chlorhydrique a une influence sur la fibrine.

13° Fibrine + 3^{cmc} d'eau + 3 gouttes de chloroforme.

14° Fibrine + 1^{cmc} d'eau + 2^{cmc} d'eau acidulée + chloroforme.

Le 21 on pouvait constater que la fibrine du tube 14 était gonflée, ce qui n'était pas le cas pour le tube 13 ; le 24 on constata avec le réactif de Piotrowsky que 13 et 14 donnaient une légère réaction ; on en déduisit que le chloroforme ou l'acide chlorhydrique dilué peut agir sur la fibrine.

Les teintes légères obtenues avec le réactif de Piotrowsky, dans ce cas, différaient de celles que donne l'eau pure.

En tous cas, dans les recherches, il convient toujours de se souvenir de l'action que peut avoir l'acide ou l'eau chloroformée.

Afin de voir si la présence de matières albuminoïdes fait acquérir au mucilage une activité plus grande, nous saupoudrâmes les feuilles d'une plante de fibrine pulvérisée ; le lendemain nous recueillîmes le liquide qui recouvrait les glandes et nous le plaçâmes dans un tube avec de la fibrine et quelques gouttes de chloroforme (pas d'eau acidulée), après quelques jours nous pûmes constater avec trois réactifs la présence de peptone ; il ne semblait pas que le saupoudrage eût exalté les propriétés digestives de ce mucilage.

Résumé.—En somme, le mucilage du Drosophyllum digère les matières albuminoïdes ; ce résultat paraît dû à un ferment, mais il semble qu'un autre corps intervient encore dans cette digestion.

Comme les sels y font presque défaut, nous sommes portés à croire que l'acide joue un rôle plus ou moins actif. Nous sommes conduits à cette supposition par ce fait qu'à plusieurs reprises, nous avons vu le mucilage bouilli agir à 40° sur la fibrine, en donnant un produit réagissant d'une manière analogue aux peptones. Nous ne pouvons malheureusement pas être très affirmatifs, car au moment où nous aurions voulu faire des expériences définitives, le mucilage manqua ; il est à espérer que ces expériences seront reprises avec un grand nombre de plantes, il sera alors possible de se prononcer.

Action des acides sur les albuminoïdes. — Afin de voir jusqu'à quel point les acides peuvent servir comme dissolvants des albuminoïdes, nous fîmes les divers essais suivants :

1° Acide malique (solution concentrée) 3^{cmc} + légumine $0{,}05^{ctgr}$. Après six jours, le filtrat précipitait par l'acide nitrique et prenait une teinte rose par le réactif de Piotrowsky.

2° Acide oxalique (sol. concentrée) 3^{cmc} + légumine $0{,}05^{ctgr}$; six jours après, le filtrat donnait un précipité par l'acide nitrique et une coloration violette intense par le réactif de Piotrowsky.

3° Acide tartrique (sol. concentrée) 3^{cmc} + légumine $0{,}05^{ctgr}$, donnait le sixième jour un filtrat qui précipitait par l'acide azotique; ce précipité se redissolvait à froid, alors que pour les autres il ne le faisait pas ; le réactif de Piotrowsky donnait une teinte rosée absolument insignifiante ; cependant la légumine était fortement gonflée et paraissait avoir été dissoute en plus grande quantité que dans les autres tubes.

4° Acide formique 3^{cmc} + légumine $0{,}05^{ctgr}$; le filtrat donnait le sixième jour par le réactif de Piotrowsky une réaction violacée aussi belle que celle obtenue avec l'acide oxalique ; il donnait par l'acide nitrique un précipité soluble à chaud.

5° Acide oxalique, 1^{cmc} de la solution concentrée + 2^{cmc} d'eau + légumine $0{,}05^{ctgr}$; le 6^e^ jour on obtenait avec le réactif de Piotrowsky une coloration très nette et un précipité abondant par l'acide nitrique ;

6° Acide oxalique, $1/2^{cmc}$ de la solution concentrée + $2\ 1/2^{cmc}$ d'eau + légumine $0{,}05^{ctgr}$; après 6 jours, le réactif de Piotrowsky y produisait une réaction identique à 2 et l'acide azotique y déterminait un précipité.

7° Eau 3^{cmc} + légumine 0,05^{ctgr} + 3 gouttes de chloroforme; le filtrat ne réagissait pas vis-à-vis du réactif de Piotrowsky et ne donnait pas de précipité sous l'influence de l'acide nitrique;

8° Acide chlorhydrique dilué à 2/1000, 3^{cmc} + légumine 0,05^{ctgr}, donnait après 6 jours par l'acide nitrique un précipité qui se redissolvait à chaud et une coloration violette très intense par le réactif de Piotrowsky.

Nous avons vu précédemment qu'une solution très diluée d'acide chlorhydrique 2,5/200 et même parfois le chloroforme, agissaient sur la fibrine.

Nous pouvons grouper par ordre décroissant de coloration, la façon dont se sont comportés les produits de l'action des divers acides cités plus haut sur les albuminoïdes, vis-à-vis du réactif de Piotrowsky :

1° Acide chlorhydrique, coloration rose violacée ;
2° Acide formique, violette ;
3° Acide oxalique, violette ;
4° Acide malique, } très légère
Acide tartrique, } teinte rose violacée ;
5° Eau + chloroforme, — rien.

Les acides, tant organiques qu'inorganiques, agissent donc sur la légumine, mais d'une façon très diverse, quelques-uns ont encore de l'action lorsqu'ils sont très dilués.

A la température ordinaire, la dissolution par les acides marche très lentement; on ne voit pas encore trace d'attaque dans les tubes renfermant seulement de l'acide, alors que dans ceux où il n'y a qu'une trace de pepsine, la digestion est déjà achevée; ainsi le 6 juin 1894, les quatre tubes suivants furent préparés et abandonnés dans la serre où se trouvaient les Drosophyllum ;

1° Solution d'acide formique à 6 p. 100, 1^{cmc} + 6 gouttes de pepsine et glycérine + viande.

2° Acide formique à 6 p. 100, 1^{cmc} + 6 gouttes de pepsine et glycérine + albumine ;

3° Acide formique idem. 1^{cmc} + viande ;

4° Acide formique, idem. 1^{cmc} + albumine.

Pour les deux premiers tubes, on pouvait constater le lendemain matin qu'ils étaient nettement attaqués; le surlendemain 8, les fragments avaient presque complètement disparu, notamment ceux d'albumine. Les 3 et 4, examinés le 8, montraient les fragments de viande et d'albumine gonflés, plus transparents, mais ne paraissant pas avoir été attaqués.

Ces expériences prouvent que la digestion pepsique n'est nullement entravée par la présence d'açides, même à dose assez forte; que l'albumine paraît être digérée plus rapidement que la viande; enfin qu'à froid les acides seuls ne semblent avoir qu'une action très faible sur les albuminoïdes.

Des expériences comparatives entre des tubes avec acides divers seuls, à diverses concentrations, des tubes avec pepsine et acides et des fragments déposés dans le mucilage sur les plantes mêmes, m'ont démontré que l'action du mucilage était beaucoup plus active que celle des acides, mais moins rapide que celle de la pepsine, tout au moins aux concentrations employées.

Ces résultats semblent bien indiquer qu'il existe un ferment dans le mucilage et que les digestions par les acides constatées précédemment sont dues surtout à ce que nous employions une température élevée; toutefois la possibilité d'une intervention de l'acide me paraît mériter des recherches complémentaires.

M. A. Meyer (1) recueillit le 5 octobre 1 centimètre de mucilage provenant d'une plante ayant attrapé un grand nombre d'insectes, le porta à 100 degrés, puis le divisa en deux portions auxquelles il ajouta de petits cubes d'albumine (1^{mm}) et quelques gouttes de chloroforme; après quoi il les laissa à la température ordinaire, pendant trois semaines à l'obscurité et deux semaines à la lumière. Au bout de ce temps, il constata que les fragments avaient bruni, mais n'avaient changé ni de forme ni de consistance; il n'y avait donc pas eu d'action. Il faut en conclure qu'à cette époque le mucilage avait perdu la faculté de digérer, ce qui est certain si la digestion est effectuée uniquement par une zymase et par suite que l'acide n'agit point, tout au moins à la température ordinaire ou lorsque le ferment est tué.

---

(1) A. Meyer et A. Dewèvre, *Ueber Drosophyllum lusitanicum* (*Bot. Centralblatt*, 1894, Band LX).

RECHERCHES SUR LA PLANTE MÊME.

Par toute une série d'expériences faites sur les glandes mêmes, nous avons essayé de préciser la marche et les diverses phases de la digestion.

Pour ces essais, nous avons employé principalement du blanc d'œuf coagulé, que nous divisions en petits cubes aussi égaux que possible; nous les déposions sur certaines parties et nous venions 4 ou 5 fois par jour suivre à la loupe les modifications qui se produisaient; nous avons ainsi recherché :

Si le mucilage digère ;

Si les glandes pédicellées digèrent ;

Si les glandes sessiles digèrent ;

S'il y a réabsorption des gouttes mucilagineuses dans certaines conditions ;

Quelles sont les causes détériorant les glandes.

DIGESTION PAR LE MUCILAGE.

Afin de voir si le mucilage qui se trouve sur les glandes digère, nous y avons placé de petits fragments d'albumine ou de viande, en ayant soin de les englober soigneusement dans le mucus. Le 5 juin 1894, on plaça un petit fragment de viande de 1 millimètre dans du mucilage ; le 7 le morceau y était encore, mais très gonflé, commençant à se transformer en compote ; le 8, on pouvait encore le voir, de même que le 9, à 4 h. du soir. Une deuxième expérience donna les mêmes résultats; le 7, on constata encore que les fragments étaient réduits; le 9, on les vit encore. Cette expérience, recommencée sur une autre plante, donna encore des résultats à peu près identiques, bien que la digestion parût aller un peu plus vite; je pus en effet constater que le 8 les fragments étaient devenus sirupeux, mais qu'ils y étaient encore le 9.

Le 6 juin 1894 à 10 h. 1/2, un fragment d'albumine de 2 millimètres de diamètre fut déposé dans le mucilage; le même jour à 6 h. 1/2, les angles semblaient déjà devenus un peu plus transparents; le 7, le fragment était très gonflé, paraissant fortement attaqué sur les bords; le 8 au matin, il fut retrouvé, mais le même jour à 5 h. 1/2, il ne fut plus possible de l'apercevoir, peut-être parce qu'il était devenu tellement transparent qu'il se confondait avec le mucilage.

Une autre expérience identique, faite sur la même plante, m'a donné exactement les mêmes résultats : le 8, les fragments passés à l'état de bouillie très difficile à apercevoir ne pouvaient plus être vus le même jour à 5 h. 1/2. Sur une autre plante, on plaça, le 7 juin 1894, un petit fragment d'albumine; à 5 h. 1/2 ses bords semblèrent plus transparents; le lendemain 8, à 9 h., il était là, mais devenu très transparent; à 3 h., on ne le voyait plus. On remit immédiatement un nouveau fragment : le lendemain 9, à 4 h. on constatait de nouveau sa disparition. Donc, en 52 heures, deux fragments d'albumine disparurent, alors que pour les autres plantes des fragments identiques ou à peu près étaient encore présents après quatre jours; nous pensons donc que les derniers fragments étaient devenus très transparents et que, pour un motif ou l'autre, il n'était plus possible de les apercevoir, mais qu'ils n'étaient pas encore complètement dissous. Cela semble d'autant plus évident qu'un fragment de viande mis sur la même feuille à la même date était presque sirupeux le 8 à 3 h., mais était encore visible le 9 à 4 heures, bien qu'il fût considérablement diminué, c'est-à-dire deux jours après.

De ces expériences et d'autres, il résulte : 1° que le Drosophyllum digère l'albumine et la viande; 2° que la digestion de l'albumine s'effectue plus rapidement que celle de la viande ; 3° que les jeunes feuilles paraissent digérer plus vite que les vieilles ; 4° que la rapidité de digestion la plus grande, pour des fragments extrêmement petits (moins d'un millimètre), a été de 25 heures. Par suite, les affirmations de M. Goebel, relatives à la rapidité de la digestion, sont inexactes. Darwin arrivait à une durée moyenne de 26 heures; il se rapprochait donc des chiffres que nous donnons.

Glandes pédicellées. — Le 6 juin 1894, nous plaçâmes un très petit fragment de viande de façon à ce qu'il reposât sur les têtes de deux glandes pédicellées ; après 5 heures d'expérimentation, on pouvait remarquer que le mucilage ayant imprégné plus ou moins la viande, celui-ci semblait avoir été absorbé; le lendemain à 5 h. 1/2 du soir il y était encore, mais plus gonflé ; enfin le lendemain à 9 h., on pouvait constater sa présence bien qu'il eut diminué de taille.

Une expérience identique, mais avec albumine, fut commencée le 7 juin 1894, à 11 h. Le fragment extrêmement petit déposé sur la tête d'une seule glande pédicellée, examiné vers 11 h. 3/4, montra une quantité un peu moins grande de liquide ; vers 5 h. même état, le lendemain à 8 h., puis à 3 h., on constate encore sa présence ; le 9 à 8 h. 1/2, on peut remarquer qu'il est fortement gonflé et que le liquide est toujours en quantité inférieure à ce qu'il était précédemment ; à 12 h. on l'aperçoit encore ; enfin à 3 h. il est presque dissous.

Une nouvelle expérience avec viande, débuta le 7 juin 1894, à 11 h. 3/4 ; elle montrait encore le 9 à 12 h. le petit fragment, très diminué toutefois.

Nous n'avons jamais vu la réabsorption du mucilage des glandes pédicellées que Darwin prétend avoir constatée, bien que nous ayons spécialement porté notre attention de ce côté.

Glandes sessiles. — Le mucilage des glandes pédicellées digère certainement ; en est-il de même pour les glandes sessiles qui, d'après certains auteurs, jouiraient de cette faculté à un plus haut degré que les pédicellées? (Darwin, Goebel) ; c'est ce que les expériences suivantes ont eu pour but de rechercher.

A cet effet, on enlevait soigneusement le mucilage d'une partie des feuilles, de façon qu'on ne pût plus en apercevoir trace à la loupe; ensuite on déposait dans les espaces situés entre les glandes pédicellées de petits fragments d'albumine ou de viande.

Une expérience faite le 6 juin 1894, à 1 h. avec viande, nous a montré ce fragment encore sec à 4 h. et à 6 h. 1/2; le lendemain il resta sec, ainsi que le surlendemain et il était encore dans le même état le 4^e^ jour. Cette expérience, ainsi que d'autres, nous ont prouvé que le dépôt d'une substance azotée sur les glandes sessiles ne provoque pas une sécrétion immédiate et si au bout d'un jour on les voit parfois devenir plus ou moins humides, cela est dû à une sécrétion se produisant sur toute la plante, *sans excitation*, à la suite d'un arrosage ou d'un soleil plus ardent que de coutume.

Un fragment de viande déposé sur les glandes sessiles de la face supérieure n'a provoqué aucune sécrétion et s'est peu à peu desséché sur la feuille.

Il nous a été impossible de constater si, oui ou non, les glandes sessiles sont capables de digérer; toutefois les résultats obtenus et le fait qu'elles sécrètent très peu, permettent de dire que si elles digèrent, ce doit être très faiblement et d'une manière nullement comparable à celle des glandes pédicellées.

Action de certaines substances sur les glandes. — Darwin a indiqué certaines substances comme pouvant déterminer la réabsorption du mucilage (asparagine, etc.) en un espace de temps très réduit. Nous avons fait quelques essais pour vérifier cette assertion, mais les résultats n'ont point été conformes aux indications de cet auteur.

Une trace de solution de nitrate d'ammonium à 1/100 fut déposée sur une glande pédicellée ; après 8 h. 1/2, il n'y avait ni augmentation ni diminution du volume des gouttelettes.

Une autre expérience, instituée le 7 juin 1894 à 4 h. avec la même solution montrait la goutte intacte, le même jour à 6 h. ; le lendemain à 7 h. 1/2, puis à 3 h., elle paraissait plutôt grossie. Dans d'autres expériences, nous constatâmes que le lendemain les gouttelettes liquides étaient glissées le long du pied, ce qui a pu faire croire à une résorption.

J'ai pu suivre une semblable expérience pendant quatre jours et *jamais je n'ai vu la moindre trace de résorption* ; après un jour ou deux, la goutte semblait plutôt avoir augmenté de volume, ce qui se comprend facilement vu que le nitrate d'ammonium est déliquescent. Des expériences analogues furent faites avec des solutions d'asparagine et toujours on put constater la disparition du liquide au bout de 8 heures environ ; en examinant les choses de près, on reconnaissait que le liquide n'avait pas été absorbé, mais était glissé au pied des glandes.

Susceptibilité des glandes. — Les glandes de Drosophyllum sont extrêmement susceptibles ; un rien les rend malades, c'est-à-dire permet la diffusion de la matière colorante rouge dans le mucilage.

Un fragment de viande ou d'albumine de très petit volume provoque, peu de temps après son dépôt, l'expulsion de la matière colorante.

Afin de déterminer d'une façon plus précise cette sensibilité, nous plaçâmes longitudinalement un rectangle de papier assez long mais très léger sur les glandes d'une feuille ; l'expérience commencée à 3 h. 1/2 montrait sur le papier le lendemain à 8 h. (c'est-à-dire après 16 h. 1/2) autant de cicatrices rouges qu'il y avait eu de glandes touchées par celui-ci. Le mal était causé par la pression exercée sur les glandes ; ce qui le prouve, c'est qu'en déposant des fragments de papier plus petits on ne déterminait pas cette expulsion de la substance colorante.

Certains auteurs signalent aussi que les glandes soumises à leurs expériences prenaient une teinte violette ou noire; ces colorations sont, à mon avis, maladives, elles se produisent au contact des alcalis et sous l'influence de causes non encore déterminées.

Digestion comparée de la viande et de l'albumine sur la plante et dans diverses solutions. — Afin de connaître la valeur approximative du liquide digestif du Drosophyllum nous instituâmes deux séries d'expériences, l'une avec fragments de viande, l'autre avec cubes d'albumine, selon les proportions suivantes :

1° Solution d'acide formique à 2 p. 100;

2° Solution d'acide formique à 6 p. 100.

3° 20 gouttes de solution d'acide formique à 2 p. 100 + 2 gouttes de solution de pepsine dans la glycérine;

4° 20 gouttes de solution d'acide formique à 2 p. 100 + 1 goutte de solution de pepsine dans la glycérine;

5° 20 gouttes de solution d'acide formique à 2 p. 100 + 2/3 de goutte de solution de pepsine dans la glycérine;

6° 20 gouttes de solution d'acide formique à 2 p. 100 + 1/3 de goutte de solution de pepsine dans la glycérine;

7° 20 gouttes de solution d'acide formique à 2 p. 100 + 1/4 de goutte de solution de pepsine dans la glycérine.

En même temps nous placions des fragments de viande et d'albumine de même grosseur sur des feuilles de Drosophyllum. Toutes ces expériences furent faites à froid, c'est-à-dire à la température de la serre où se trouvaient les Drosophyllum. Après 20 heures, les fragments des n^os^ 1 et 2 n'étaient pas visiblement attaqués, la viande s'était seulement gonflée et était devenue transparente; ils restèrent tels jusqu'à la fin de l'expérience. Dans le n° 5 l'albumine et la viande étaient fortement gonflées et les bords montraient un commencement de digestion. La viande et l'albumine mises sur la plante semblaient un peu plus attaquées que le n° 5.

Après 27 heures, l'albumine des n^os^ 3, 4 et 5 était dissoute, de même que celle placée sur le Drosophyllum. Par contre, la viande n'était encore nulle part entièrement dissoute bien que dans certains tubes elle fût considérablement diminuée; celle placée sur Drosophyllum était gonflée et assez fortement attaquée.

Après 58 heures, nous trouvâmes les fragments de viande dissous; sur la plante ils existaient encore, mais à l'état de sirop analogue au mucilage. Après 106 heures, on en retrouvait encore des traces sur la plante, alors que dans le tube n° 7 la viande était dissoute.

Après 200 heures, la viande avait disparu. Ces expériences montrent nettement : 1° que l'albumine est digérée plus lentement que la viande, aussi bien par le mucilage que par la pepsine ; 2° que la dilution de la pepsine diminue l'action du ferment ; 3° que l'acide agit très lentement, beaucoup moins rapidement que le mucilage.

Existe-t-il un ferment diastasique dans le mucilage? — Divers faits nous ayant portés à croire qu'un ferment analogue à la diastase se trouvait dans le mucilage, nous fîmes des essais pour nous en assurer. Les résultats obtenus nous ont prouvé 1° que le mucilage ne renferme pas de ferment diastasique ; 2° que l'on observe dans les tubes renfermant du mucilage et de l'amidon une légère transformation de ce dernier corps, car on obtient, après un certain nombre de jours, sous l'influence de l'iode, une coloration violacée, alors que le tube d'empois d'amidon témoin se colore en bleu intense ; cette modification doit être attribuée aux acides ; sous ce rapport, les acides inorganiques agissent plus activement que les organiques ; ils saccharifient à la fois l'amidon et le mucilage ; 3° le chloroforme réduit la liqueur de Fehling ; aussi dans ces sortes d'expériences faut-il avoir soin de chasser cette substance par une ébullition préalable; ainsi, ayant placé dans un tube le mucilage de treize feuilles + de l'empois d'amidon + trois gouttes de chloroforme ; le 19, après 6 jours de séjour au bain-marie à 40°, je constatai par l'iode que le liquide se colorait en bleu-rosé, teinte très différente de celle que prenait l'empois témoin. En recherchant avec la liqueur de Fehling s'il y avait eu formation de sucre, je n'obtins aucune réduction après évaporation du chloroforme, bien qu'avant elle la produisît.

Dans les tubes où l'on avait mis de l'acide chlorhydrique, on obtenait des réductions assez fortes indiquant la formation de sucre réducteur.

Y a-t-il absorption des produits formés, et ceux-ci peuvent-ils servir à la nutrition du végétal ? — Un fait certain, c'est que le Drosophyllum est constitué de façon à attirer le plus possible les insectes, lesquels viennent alors s'engluer aux mille petites trappes qui se trouvent à la face inférieure de ses feuilles. Remarquons que ces innombrables gouttes mucilagineuses brilient au soleil d'un éclat assez vif, qu'elles sont placées sous les feuilles, c'est-à-dire à l'endroit où elles produisent le maximum d'effet, en courant le moins de chances d'être enlevées par les pluies ; ajoutons que le mucilage dégage une forte odeur de miel qui engage les insectes à s'approcher.

L'observation des plantes montre d'ailleurs qu'il s'y trouve toujours des insectes, alors qu'il n'y en a pas sur les végétaux voisins ; M. Goebel a compté jusqu'à deux cent trente-trois mouches sur un seul pied. Sans en avoir vu autant, j'ai pu constater qu'indubitablement les mouches et autres bêtes analogues étaient attirées.

Le pouvoir adhésif de ce liquide est très considérable ; je lui ai vu parfois retenir de grosses mouches à viande.

La plante a-t-elle intérêt à se procurer ces insectes pour se nourrir ou sont-ils attirés en quelque sorte par accident ?; c'est ce que nous avons cherché à établir par les expériences qui vont suivre :

I. Expériences sur plantes entières. — Dépôt, sur certaines feuilles, de diverses substances.

II. Expériences sur feuilles coupées. — 1° Essais sur la pénétrabilité des liquides ; 2° dépôts de diverses substances nutritives ; 3° dépôts de diverses substances chimiques.

Pour ces deux séries, un examen microchimique suivait.

Si les substances azotées déposées sur les feuilles servent à la nutrition du Drosophyllum et des plantes analogues, il est certain que les végétaux ainsi nourris seront plus beaux que ceux n'ayant point reçu pareil supplément. Pour faire cette démonstration d'une façon convenable, il faudrait prendre d'assez jeunes plantes, d'apparence identique, placées dans les mêmes conditions, dont les unes seraient nourries et les autres pas ; au bout d'un certain temps, il serait facile de voir quelles sont celles qui sont les plus prospères. Des essais de ce genre n'ont pu être faits à cause du temps qu'ils auraient exigé et qu'il nous était impossible de leur consacrer.

Des expériences faites sur des feuilles d'une même plante ne nous ont point démontré d'une façon particulièrement marquée l'influence bienfaisante de cette prétendue nutrition azotée ; les nourries semblaient se comporter comme les non nourries. Dans certains cas, la nutrition albuminoïde était franchement nuisible, c'est lorsqu'il y avait suralimentation.

A diverses reprises, il fut constaté que les feuilles sur lesquelles on plaçait un assez grand nombre de fragments albuminoïdes devenaient malades et finissaient par mourir ; afin d'être certain que cette mort était due à l'absorption de matières azotées, on fit l'expérience suivante : Deux feuilles bien vivantes, encore assez jeunes, furent recouvertes de nombreux petits fragments de fibrine, l'une sur toute l'étendue de sa surface inférieure, l'autre seulement sur la moitié supérieure de cette face ; au bout d'une huitaine de jours, les fragments ayant à peu près disparu, ils furent remplacés par d'autres ; quelque temps après, la feuille recouverte sur toute son étendue était morte, alors que la partie supérieure seule de l'autre avait péri.

Cette expérience ne signifie nullement que les matières albuminoïdes solubles sont inutiles à la plante ; elle démontre simplement que leur présence en grande quantité tue les organes.

Elle indique aussi : 1° qu'il y a absorption des matières albuminoïdes dissoutes par le ferment.

2° Que l'on doit dans ces sortes d'expériences donner seulement de très petits fragments de substances azotées, sans quoi on rend les glandes malades.

Des recherches microchimiques sur feuilles nourries et non nourries, placées dans de l'alcool absolu, ne m'ont point montré des différences sensibles dans leur teneur en albuminoïdes. Certaines d'entre elles avaient cependant été nourries trois fois en quinze jours. Les réactifs employés étaient ceux de Millon et de Piotrowsky, la anthoprotéïne, l'acide phosphomolybdique et l'éosine, qu'une étude précédente (1) avait démontré être les plus sensibles pour la recherche de ces corps.

Pour tâcher de mettre en évidence la pénétration des liquides à l'intérieur des feuilles, nous coupâmes des feuilles bien portantes et nous les plongeâmes, tête en bas, soit dans des solutions colorées (éosine, rouge neutre pour injections), soit dans des liqueurs contenant du lithium; les premières ne nous donnèrent rien; les secondes permirent de constater l'endosmose.

Pour cette expérience, on prit une assiette dans laquelle on versa une solution de lithine; la feuille y fut placée de façon que sa partie supérieure (portion pointue) y fut plongée jusqu'à une distance supérieure à la moitié de sa longueur, l'autre portion étant émergée et soutenue par un fil lié à une certaine distance de la base, afin de permettre la section de fragments; après un jour, on put constater au spectroscope que le sel de lithine se trouvait à la base.

Avait-il pénétré par les stomates ou par les feuilles? je l'ignore, et il serait assez difficile de le dire.

D'autres expériences furent faites au moyen de plantes mises à l'obscurité; au bout d'un certain temps, lorsqu'on constatait que les feuilles ne renfermaient plus d'amidon et seulement de faibles quantités d'albuminoïdes, on les coupait sous l'eau afin de ne point arrêter l'ascension des liquides, on saupoudrait leur surface inférieure de diverses substances

(1) A. Dewèvre, *Recherches sur la technique microchimique des albuminoïdes* (Bulletin de la Société belge de microscopie, t. XX, p. 91, 1894).

(glycose, saccharose, maltose, fibrine, albumine, poudre de fibrine), puis on plongeait leur base dans des solutions de Sachs, sans nitrates pour celles saupoudrées d'albuminoïdes, après quoi on les recouvrait d'une cloche noircie. Des expériences analogues, mais en employant des feuilles vertes sur lesquelles étaient placés des fragments de viande, d'albumine, etc., furent faites en exposant les feuilles à la lumière ou à l'obscurité. Je ne crois pas nécessaire d'entrer dans le détail de ces recherches qui portèrent sur une durée de 8, 15 ou 21 jours ; je citerai simplement les résultats obtenus : 1° Jamais il ne fut trouvé d'amidon formé aux dépens des substances déposées sur les glandes (sucre de Canne, maltose, etc.).

2° On ne put jamais constater un enrichissement en albuminoïdes ; les essais avec albuminoïdes ne tardaient pas à mourir, alors que les feuilles témoins ou avec saccharose étaient encore en parfaite santé ; les dérivés des albuminoïdes semblaient donc leur être contraires.

3° Les éléments épidermiques n'absorbent pas les albuminoïdes ; des réactions faites sur des cellules placées au-dessous d'un morceau de viande n'en ont jamais indiqué trace.

4° La trachéide ne sert pas au transport des matières albuminoïdes, je n'y ai jamais vu le moindre vestige de corps de cette espèce ; s'il y a absorption, le transport s'effectue par les éléments parenchymateux qui paraissent, parfois, renfermer de ces substances.

5° Si l'on saupoudre de maltose ou de sucre de Canne des feuilles vertes, puis qu'on les place sous cloche, à l'obscurité, on constate au bout de dix jours qu'il ne s'y trouve plus d'amidon : la plante a donc consommé son amidon, alors qu'elle avait à sa disposition des hydrates de carbone solubles.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Malgré les résultats, pour la plupart négatifs, de ces dernières expériences, je pense qu'il y a absorption pour les matières albuminoïdes ; pour les hydrates de carbone, cela semble très douteux.

Comment se fait l'absorption des matières azotées? C'est ce que l'on démontrera sans doute un jour, en multipliant et en variant les expériences ; pour le moment, on n'en connaît encore rien.

Etant donné que le Drosophyllum a des racines très développées, que le dépôt des matières albuminoïdes sur la face inférieure de ses feuilles semble plutôt lui être nuisible qu'utile, que la plante peut parfaitement se développer sans cet apport d'aliments azotés et que la structure anatomique de ses glandes est peu en harmonie avec la fonction d'absorption, on peut se demander si cette sécrétion de mucilage avec pepsine lui est très utile pour son alimentation. Si, de plus, on joint à ces considérations la difficulté de constater la réabsorption du mucilage, on est amené à supposer à ce mucilage un tout autre rôle, celui de substance protectrice, par exemple.

Grâce à sa viscosité, il retient les insectes qui viennent s'y poser, les tue en peu de temps, puis à l'aide de la pepsine qu'il renferme les dissout et ainsi en débarrasse ses feuilles. Ce rôle protecteur est encore plus apparent à l'égard des êtres inférieurs ; en effet, l'introduction de spores de Champignons ou de Bactéries à l'intérieur du *tissu lacuneux* de cette plante pourrait y causer de grands ravages. Les glandes et leur sécrétion forment une sorte de muraille qui arrête les spores, les tue (je n'ai jamais vu de Champignons se développer dans ce mucilage ; lorsqu'il s'en trouvait, c'était toujours sur une portion d'insecte placée à une certaine distance de ce liquide) et prévient ainsi les maladies que pourraient y déterminer les organismes inférieurs.

En terminant ce travail, il me reste à adresser mes plus vifs remerciements à M. Arthur Mayer, professeur de botanique à l'Université de Marbourg, dans le laboratoire duquel ces recherches ont été faites. C'est grâce aux bons conseils de ce savant professeur et aux abondants matériaux en bon état qui se trouvent dans le jardin botanique qu'il dirige, qu'il m'a été possible d'obtenir quelques résultats.

RECHERCHES

SUR LES

CÉCIDIES FLORALES

Par M. Marin MOLLIARD.

INTRODUCTION.

Les différents êtres, animaux et végétaux, peuvent constituer entre eux des associations qui les unissent plus ou moins étroitement. Ces associations sont ordinairement formées par les rapports qui s'établissent entre *deux* êtres de nature différente.

Si les deux êtres profitent de la vie commune, il se forme des associations dites symbiotiques. Si un seul être en tire profit, aux dépens de l'autre, ce sont des associations parasitaires ; dans ce dernier cas, le premier être est le parasite, le second est l'hôte. Lorsque l'hôte est une plante, l'association a reçu le nom de *cécidie;* c'est à ce dernier groupe qu'appartiennent les associations parasitaires que nous avons l'intention d'étudier ; suivant que le parasite est une plante ou un animal, la cécidie prend le nom de *phytocécidie* ou de *zoocécidie*.

Très souvent, les cécidies sont accompagnées de transformations plus ou moins considérables de l'hôte, tels que des changements de forme, des phénomènes d'hypertrophie, conduisant à la formation de productions particulières qui ont reçu le nom de galles ; mais le mot de cécidie n'implique pas forcément l'existence de ces transformations.

D'ailleurs, il est très difficile de donner du mot galle une définition précise. Réaumur appelle ainsi « ces excroissances, ces tubérosités qui s'élèvent sur les différentes parties des plantes et des arbres, et qui doivent leur naissance à des insectes qui ont crû dans leur intérieur ». Ce sont là en effet les galles les plus typiques. Pour M. de Lacaze-Duthiers (1) « ce sont toutes les productions pathologiques développées sur les plantes par l'action des animaux, plus particulièrement des insectes, quels qu'en soient la forme, le volume et le siège ». Cette définition est déjà moins restreinte. Mais des galles peuvent être formées par des plantes ; une Péronosporée, le *Cystopus candidus Lév.*, peut amener dans les organes des Crucifères où il se développe des hypertrophies dont l'aspect extérieur est entièrement comparable à celui des galles produites par les Insectes ; ne sont-ce pas aussi des galles que les excroissances déterminées par une Urédinée, le *Gymnosporangium clavariiforme Rees.*, sur les feuilles et les jeunes rameaux de l'Aubépine ?

Il est difficile d'établir une délimitation précise entre les véritables excroissances et de légères déformations des organes. Il faut donc attacher au mot galle un sens vague ; il indique simplement que la cécidie correspondante est accompagnée d'hypertrophie ou de toute autre transformation qui la rend très apparente.

Les cécidies ont été étudiées à plusieurs points de vue.

Beaucoup de savants ne s'en sont occupés qu'en ce qui concerne le parasite ; c'est ainsi que les Champignons ou les Insectes parasites ont été décrits, classés, et que leur morphologie ou leur ontogénie ont fait l'objet de nombreuses recherches. Ces études ont été accompagnées d'une description superficielle des cécidies qu'ils déterminent, et l'on a indiqué, à propos de chaque parasite, le nom de l'hôte, ainsi que la nature générale des transformations qu'il subit. Il ne rentre pas dans le plan de ce travail de rappeler, même en peu de mots, quels sont les progrès qui ont été accomplis dans cet ordre de recherches, grâce aux investigations de MM. Frank, Sorauer, Frauenfeld, Thomas, Löw, Massalongo, Kieffer, Rubsaamen, Schlechtendal, Nalepa, etc.

---

(1) De Lacaze-Duthiers, *Recherches pour servir à l'histoire des galles* (Ann. Sc. nat. Bot., 3e sér., XIX, 1853, p. 273).

Les cécidies ont été étudiées en second lieu au point de vue des modifications apportées dans la structure des organes attaqués. C'est ainsi que M. de Lacaze-Duthiers (1), M. Prillieux (2) ont fait l'étude anatomique de galles produites par des Cynipides, M. Courchet (3) de galles produites par des Aphides ; plus récemment MM. Wakker (4) et Fentzling (5) ont étudié les modifications anatomiques que subissent les plantes attaquées par différents Champignons.

On s'est borné presque exclusivement jusqu'à présent à l'étude des cécidies qui se forment sur la racine, la tige et les feuilles; aucun travail d'ensemble n'existe concernant les cécidies florales, c'est-à-dire celles qui se produisent aux dépens des organes floraux de l'hôte; ce sont ces dernières sur lesquelles vont porter nos recherches.

Nous étudierons seulement les transformations morphologiques et anatomiques que subissent les organes floraux, végétatifs ou sexuels ; certains faits, parmi ceux que nous aurons l'occasion d'observer, nous renseigneront d'ailleurs sur les changements physiologiques subis par les diverses parties de la fleur.

Il existe de nombreuses observations éparses concernant ces cas de parasitisme ; nous en rappellerons plusieurs au sujet des faits que nous observerons. Nous verrons que, s'il existe quelques travaux concernant les changements de morphologie extérieure que subissent les organes floraux sous l'action des divers parasites, que si l'on rencontre, signalés d'une manière isolée, quelques faits concernant les modifications anatomiques qui surviennent dans les cécidies florales, aucun botaniste ne s'est occupé, même accidentellement, des transformations subies par les cellules sexuelles soumises à des actions parasitaires. Nous signalerons d'ailleurs, avant l'étude de chaque groupe de cécidies florales, les principaux travaux qui les concernent.

---

(1) De Lacaze-Duthiers, *Loc. cit.*

(2) Prillieux, *Étude sur le développement de quelques galles* (Ann. Sc. nat. Bot., 6^e sér., III, p. 113).

(3) L. Courchet, *Étude sur les galles produites par des Aphidiens*. Montpellier, 1879.

(4) Wakker, *Untersuchungen über den Einfluss parasitischer Pilze auf ihre Nährpflanzen* (Pringsheim's Bot., XXIV, 1892, p. 499).

(5) Fentzling, *Untersuch. von Verand. welche durch Rostpilze hervorgerufen werden* (Inaug. Dissert., 1892, Freiburg i. B.).

Nous ne voulons rappeler ici que ceux qui se rapportent à l'infertilité de l'hôte déterminée par les parasites. M. Giard a observé chez les animaux et les végétaux un grand nombre de faits consistant dans la diminution ou la suppression totale de la fécondité ; il a rangé tous ces faits sous la désignation de *castration parasitaire* (1) ; l'auteur entend par ce mot « l'ensemble des modifications produites par un parasite, animal ou végétal, sur l'appareil générateur de son hôte ou sur les parties de l'organisme en relation indirecte avec cet appareil ». MM. Roze, Magnin, Kellerman et Swingle, Vuillemin, de Lustrac ont signalé chez les végétaux plusieurs faits se rapportant à cet ordre d'idées ; nous renvoyons pour l'étude détaillée de la question au mémoire fondamental de M. Giard et à un résumé que M. C. Julin (2) a fait récemment paraître des faits connus et de leurs conséquences.

Nous aurons l'occasion, au cours de ce travail, d'étudier de nombreux cas de castration parasitaire et nous essayerons de déterminer la façon dont ils s'effectuent.

Les diverses cécidies florales que nous allons étudier seront classées d'après la nature du parasite. Notre travail se divisera par suite de la manière suivante :

---

(1) Giard, *Nouvelles recherches sur la castration parasitaire* (Bull. scient. .F., XIX, p. 12).

(2) C. Julin, *La castration parasitaire et ses conséquences biologiques* (Rev. gén. des Sc., 1894, V, p. 597).

1re PARTIE. — *Phytocécidies.* Nous n'étudierons que des cécidies florales produites par des Champignons (*Mycocécidies*).

Cette partie comprendra trois chapitres :

Chapitre i. — Cécidies florales produites par des *Péronosporées.*

Chapitre ii. — Cécidies florales produites par des *Urédinées.*

Chapitre iii. — Cécidies florales produites par des *Ustilaginées.*

2^{e} PARTIE. — *Zoocécidies.* Cette partie comprendra également trois chapitres :

Chapitre iv. — Cécidies florales produites par des Hémiptères (*Hémiptérocécidies*).

Les cécidies produites par des Aphides nous occuperont seules.

Chapitre v. — Cécidies florales produites par des Diptères (*Diptérocécidies*).

Chapitre vi. — Cécidies florales produites par des Acariens appartenant au groupe des Phytoptides (*Phytoptocécidies*).

Nous donnerons en quelques mots, à la fin de chaque chapitre, les caractères généraux présentés par chaque groupe de cécidies florales. Dans un *résumé général* nous grouperons les faits observés, d'après la nature même de ces faits.

Je n'ai rien de particulier à dire concernant les procédés de technique que j'ai employés ; ce sont les procédés classiques de coupe après inclusion dans la paraffine ; eux seuls pouvaient me permettre de pratiquer des coupes dans des organes souvent délicats et de leur conserver leur disposition respective ; de plus, il y avait intérêt, dans certains cas, à avoir des coupes en série. J'ai employé le seul procédé de coloration possible dans le cas présent, la coloration sur lames.

J'ai recueilli presque tous les échantillons à Presles (Seine-et-Oise) ; à moins d'indication contraire c'est de cette localité qu'ils proviennent.

Qu'il me soit permis de remercier ici M. Giard d'avoir bien voulu me donner plusieurs exemplaires de cécidies florales qu'il a récoltées à Wimereux (Pas-de-Calais).

PREMIÈRE PARTIE

MYCOCÉCIDIES

Plusieurs traités concernant les maladies des plantes, tels que ceux de Frank (1), Sorauer (2), von Tubeuf (3), donnent un résumé des nombreux cas de fleurs infestées par des Champignons. MM. Wakker (4) et Fentzling (5) sont à peu près les seuls auteurs qui se soient occupés des caractères anatomiques spéciaux que présentent les organes attaqués par ces parasites. Le premier a étudié plusieurs Mycocécidies caulinaires et foliaires ; il résulte de ses recherches que les parties attaquées gardent, d'une manière générale, les caractères des parties saines correspondantes considérées à l'état jeune ; ce n'est qu'accidentellement que l'auteur s'occupe des modifications subies par certains organes floraux. M. Fentzling a étudié exclusivement les modifications subies par les organes végétatifs de plusieurs plantes attaquées par des Urédinées ; il n'est pas question de la fleur dans son mémoire.

M. P. Magnus (6) a résumé dans un court article les modifications morphologiques que subissent les fleurs sous l'influence de Champignons parasites.

---

(1) Frank, *Die Krankheiten der Pflanzen*, 1880.

(2) Sorauer, *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, 1886.

(3) H.-F. von Tubeuf, *Pflanzenkrankheiten durch Kryptogame Parasiten verursacht*, 1895.

(4) Wakker, *Loc. cit.*

(5) Fentzling, *Loc. cit.*

(6) P. Magnus, *Einfluss von Parasiten auf die Ausbildung des befallenen Pflanzentheiles* (Naturwiss. Rundschau, VI, n° 25).

CHAPITRE PREMIER

CÉCIDIES PRODUITES PAR DES PÉRONOSPORÉES.

Nous étudierons successivement les modifications produites dans l'appareil floral par l'action de plusieurs espèces du genre *Peronospora* et par celle du *Cystopus candidus;* elles sont de nature très différente.

I. Cécidies produites par des Peronospora.

Dipsacus pilosus L.

Attaqué par le *Peronospora violacea Berk.*

Pl. III, fig. 1 à 11.

Schröter (1) a signalé l'attaque des fleurs du *Dipsacus pilosus* par le *Peronospora violacea;* c'est auprès de Rastadt qu'en 1872 il a recueilli les échantillons dont l'étude fait l'objet de sa note. On n'a jamais signalé, que je sache, l'existence de ce *Peronospora* en France; aucune des listes que j'ai consultées n'en fait mention et je n'ai vu d'autre part dans aucun Exsiccata de spécimens provenant d'une localité française.

J'ai eu l'occasion de trouver des pieds de *Dipsacus pilosus* infestés par le même Champignon à Presles (Seine-et-Oise), dans la forêt de Carnelle. Schröter, ayant particulièrement en vue l'étude du parasite, signale rapidement les modifications de couleur présentées par les corolles, ainsi que l'infertilité des fleurs attaquées. Ce sont ces diverses modifications, amenées par la présence du *Peronospora* dans la fleur, qui vont nous occuper.

---

(1) Schröter, *Ueber Peronospora violacea Berk. und einige verwandte Peronosporaarten.* Hedwigia, 1874, p. 177.

Toutes les inflorescences d'un même pied sont attaquées en même temps, et les plantes infestées sont généralement moins grandes que les plantes saines. Une inflorescence attaquée se distingue à première vue par la couleur brune des pétales, l'absence d'étamines saillantes au dehors de la corolle, par les bractées florales plus courtes, dont l'extrémité aciculée dépasse moins longuement les pétales; ces deux derniers caractères contribuent à donner un aspect plus lourd à l'inflorescence attaquée (Pl. III, fig. 1 et 2).

1. *Calice.* — Le calice a dans les fleurs saines la forme d'une collerette assez évasée, présentant quatre lobes séparés deux à deux par une côte qui s'arrête au fond d'une petite échancrure (Pl. III, fig. 3); dans les fleurs attaquées (Pl. III, fig. 4) la collerette est moins développée et moins évasée ; elle peut de plus offrir des modifications dans la forme de ses lobes, qui apparaissent dentés sur leurs bords, moins arrondis et séparés par des échancrures moins nettes, les côtes s'accentuant au contraire beaucoup; dans quelques cas, l'échancrure située dans le plan médian et contre la bractée s'exagère, le calice se fendant tout à fait en cette région et les bords des deux lobes voisins, ainsi séparés, se recouvrant l'un l'autre (Pl. III, fig. 7). Mais la modification la plus commune consiste dans l'allongement plus ou moins considérable d'un des deux lobes antérieurs ou des deux à la fois (Pl. III, fig. 5 et 6); on observe ainsi une ou deux languettes qui peuvent acquérir une longueur quadruple ou quintuple de celle des sépales normaux; elles sont étroitement appliquées contre la bractée. Cet allongement des sépales s'effectue d'ailleurs d'une manière fort irrégulière; un seul lobe du calice ou une partie de lobe peut donner naissance à une languette, mais souvent aussi les deux lobes voisins contribuent à sa formation, de façon que cette languette peut occuper la place de l'échancrure normale ; qu'elle appartienne à un ou à deux lobes du calice, elle est souvent

bifide à son extrémité; je n'ai jamais observé de pareilles modifications dans les fleurs saines. Les languettes développées sous l'action parasitaire portent des appareils conidiens et contiennent de nombreuses oospores; c'est une exception à la règle formulée par Schröter, d'après laquelle les conidies et les oospores n'apparaissent que dans les organes de la fleur dépourvus de chlorophylle; il existe en effet de la chlorophylle dans les sépales et souvent plus dans les languettes surajoutées que dans le calice normal; c'est ainsi que l'épiderme ordinairement dépourvu de chlorophylle peut en acquérir dans la partie du calice qui s'est allongée.

2. *Corolle.* — La corolle saine (Pl. III, fig. 3) est formée par quatre pétales inégaux, l'antérieur sensiblement plus développé que les autres et les recouvrant dans le bouton; cette inégalité s'atténue dans les fleurs attaquées; la corolle de celles-ci (Pl. III, fig. 4) est moins évasée, plus régulièrement conique; elle présente à sa surface des conidiophores peu abondants (Schröter les a signalés en très grand nombre sur ses échantillons; nous reviendrons plus loin, à propos de l'attaque du *Knautia arvensis* par le même Champignon, sur les variations que ce dernier présente, en ce qui concerne ses appareils reproducteurs). De très nombreuses oospores se développent dans le tissu de la corolle, ainsi que dans celui des étamines et des styles, sans d'ailleurs en modifier la structure; ces oospores, ainsi que diverses Mucédinées brunes (*Cladosporium*, *Sporodesmium*), qui se développent secondairement sur les parties attaquées, donnent à la corolle, blanche à l'état sain, une couleur différente, gris sale, puis brune et enfin presque noire.

3. *Étamines.* — Les étamines sont à l'état normal longuement saillantes au dehors de la corolle, leur filet ayant environ 4 millimètres de long sur 120 μ d'épaisseur; dans les fleurs attaquées, la longueur du filet peut se réduire à un demi-millimètre; par contre l'épaisseur augmente plus ou moins et peut atteindre 300 μ. Les anthères des étamines le plus profondément atteintes sont réduites de moitié en largeur;

elles cessent d'être fixées sur le filet par le milieu de leur partie dorsale, ce filet s'insérant à la base du connectif qui en est la continuation, en un mot l'anthère de dorsifixe devient basifixe. Un simple examen par transparence permet de reconnaître que les anthères des étamines à filet le plus court ne contiennent pas de grains de pollen bien formés. On trouve du reste dans les fleurs infestées, toutes les transitions entre les étamines normalement constituées et les plus atrophiées, ces dernières étant de beaucoup les plus nombreuses. Dans une même inflorescence attaquée, on peut rencontrer des fleurs à étamines normales et d'autres à filet très raccourci, dépourvues de pollen ; il est même possible qu'une même fleur présente des étamines modifiées à des degrés très différents.

Examinons comment se comportent les sacs polliniques sous l'influence du parasite. Rappelons d'abord qu'à l'état normal les sacs polliniques, à l'époque de la déhiscence, sont délimités par une assise épidermique à amidon et une assise mécanique à bandes épaissies et lignifiées; ils contiennent des grains de pollen à quatre pores, l'exine est striée normalement à sa surface; leur protoplasma dépourvu de vacuoles prend fortement les réactifs colorants; on sait qu'ils contiennent deux noyaux. Les sacs polliniques des anthères le plus profondément atteintes (Pl. III, fig. 8 et 9) offrent en coupe la forme d'un croissant, au lieu de présenter une cavité à section à peu près circulaire; cela tient à l'affaissement de la paroi externe contre le fond de la cavité. L'épiderme *(ép.)* présente des grains d'amidon un peu plus abondants qu'à l'état sain; au-dessous, on observe une assise irrégulière sans épaississements lignifiés qui ne devient pas assise mécanique; il s'ensuit l'absence de déhiscence pour les anthères. Dans la cavité réduite du sac pollinique, les grains de pollen sont remplacés par une masse homogène, formée par des cellules sans paroi, se colorant fortement par le carmin et reconnaissables seulement aux noyaux à contour vague, à chromatine diffuse, qui peuvent à leur tour cesser d'être distincts du protoplasma; ces cellules arrêtées dans leur développement sont celles qui devaient évoluer en grains de pollen ou servir à leur nourriture. Le connectif des anthères ainsi atrophiées contient de nombreux cristaux maclés d'oxalate de chaux; il peut être envahi par le mycélium qui y développe des oospores; mais jamais ce mycélium ne pénètre dans l'intérieur des sacs polliniques; ce n'est donc pas en se nourrissant directement des cellules reproductrices que le parasite détermine l'infertilité des anthères.

De même que les étamines sont plus ou moins modifiées dans leurs caractères extérieurs, il existe aussi toutes les transitions entre les sacs polliniques profondément attaqués et les sacs normaux, ce qui revient à dire que les cellules qui doivent donner naissance aux grains de pollen sont arrêtées plus ou moins tard dans leur développement. Les grains de pollen peuvent arriver à se constituer incomplètement; certains sacs polliniques contiennent ainsi une masse de protoplasma dans laquelle se trouvent des grains de pollen réduits à une paroi qui n'est pas encore différenciée, et à l'intérieur de laquelle on ne voit plus trace de protoplasma ni de noyaux; ces grains de pollen peuvent être serrés les uns contre les autres, la masse formée par le protoplasma des cellules nourricières faisant presque complètement défaut.

On rencontre dans une région de certains sacs polliniques (Pl. III, fig. 10) des grains de pollen *(p.)* presque vides, ne contenant plus que très peu de protoplasma et un noyau pariétal, alors qu'une autre région est occupée par des cellules mères *(c. m.)* qui n'ont pas évolué; il peut y avoir ainsi une différence dans le développement des grains de pollen suivant les diverses régions d'un même sac pollinique, et plus encore suivant les différents sacs polliniques d'une même anthère; il est à remarquer cependant que les deux sacs symétriques subissent le plus souvent des modifications semblables. Très rarement, dans les anthères les plus modifiées, certains sacs polliniques ne se développent pas du tout;

on trouve à leur place un tissu homogène parenchymateux.

4. *Pistil.* — L'ovaire concrescent avec les trois verticilles externes, est ordinairement réduit dans les fleurs attaquées, ainsi que l'involucelle qui l'entoure, et l'ovule n'arrive pas à se transformer en graine. Le sac embryonnaire (Pl. III, fig. 11) perd de bonne heure son contour régulier, se vide en quelque sorte avant que la cellule mère ait eu le temps de se diviser; l'assise interne du nucelle qui borde le sac embryonnaire se différencie cependant en assise digestive du reste du nucelle, et la digestion commence alors que le sac embryonnaire est complètement vide; nous avons donc l'occasion de constater que cette digestion est parfaitement indépendante de la formation de l'embryon et de l'albumen.

Souvent aussi les huit cellules se développent dans le sac embryonnaire et les choses en restent là, l'oosphère n'étant pas fécondée et l'albumen ne se formant pas; enfin, mais beaucoup plus rarement, l'embryon et l'albumen peuvent commencer à se développer, la graine peut même acquérir sa constitution normale; nous retrouvons ici les mêmes variations dans l'époque où se produit l'arrêt de développement que celles que nous avons signalées pour les sacs polliniques. Comme pour le pollen, la stérilité du sac embryonnaire n'est pas due à l'action directe du *Peronospora*, car son mycélium ne pénètre jamais dans l'ovule.

En résumé, l'action du *Peronospora violacea* sur le *Dipsacus pilosus* amène trois modifications principales dans les fleurs :

1° *L'arrêt de développement des sacs polliniques et la transformation possible des cellules mères des grains de pollen en cellules de parenchyme;*

2° *L'arrêt de développement du sac embryonnaire;*

3° *L'allongement des sépales.*

Les deux premières modifications résultent d'une action indirecte du *Peronospora*, la troisième, au contraire, ne survient que sous l'influence directe du mycélium parasite.

Knautia arvensis Coult.; Scabiosa columbaria L.; et Scabiosa Succisa L.

Attaqués par le *Peronospora violacea Berk.*

Pl. III, fig. 12 à 20.

Schröter a également trouvé aux environs d'Heilbronn des pieds de *Knautia arvensis* attaqués par le *Peronospora violacea;* Gerhardt, Cohn, Berkeley (1) avaient signalé cette attaque en Allemagne et en Angleterre; les Exsiccata de Roumeguère (2) (Fungi Gallici exsiccati) contiennent des échantillons provenant de Belgique; j'ai rencontré en grande abondance à Presles (Seine-et-Oise), à Perros (Côtes-du-Nord) et à Moussy (Marne), des pieds de la même Dipsacée dont les fleurs étaient infestées par le même parasite. A propos de cette attaque, Schröter dit simplement: « Pollen gelangt nicht zur Ausbildung... Eine Samenbildung ist nicht möglich »; Cohn (3) : « Die befallenen Blüthen verkümmern und bleiben unfruchtbar », et Magnus (4), après avoir parlé de l'action du *Cystopus candidus* sur ses hôtes, ajoute: « Keinen Einfluss zeigen hingegen viel andere in Blütenblättern vegetirende Peronosporeen, wie z. B. *P. violacea* in den Blüten von *Knautia arvensis* ». Nous allons voir pourtant que les fleurs attaquées peuvent être considérablement modifiées et qu'une partie des transformations a échappé à Schröter.

Décrivons d'abord rapidement l'aspect des inflorescences saines: les capitules que j'ai examinés peuvent appartenir à deux types; dans un premier type (Pl. III, fig. 12) la forme des fleurs du rang périphérique (Pl. III, fig. 15) diffère très sensiblement de celle des fleurs centrales (Pl. III, fig. 16); alors

---

(1) Berkeley, *Outl. of British Fungol.*, 1860, p. 349.

(2) Roumeguère donne comme synonyme de ce parasite *P. Knautiæ Fckl*; il n'y a aucun rapport entre les deux espèces; le *P. Knautiæ* vit sur les feuilles du *Knautia arvensis.*

(3) Cohn, *Cryptog. Flora von Schlesien*, III, 1, p. 247.

(4) Magnus, *Einfluss den die Vegetation einiger parasitischer Pilze in der Blüte der Wirtpflanze auf die Ausbildung der Blütentheile ausübt.* (Verhandl. des Bot. Ver. der Pr. Brdbg., 1891, XXXIII).

65e ANNÉE. — VIIIe SÉRIE. T. I. Nos 2, 3 et 4.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

HUITIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

NATURAL HISTORY

TOME I. — Nos 2, 3 et 4.

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain
1895

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en octobre 1895.
Les *Annales des sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

HUITIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. Ph. Van Tieghem.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. A. Milne-Edwards.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. Hébert, et pour la partie paléontologique, par M. A. Milne-Edwards.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr.
Le tome XXII est publié.

Prix des collections.

Première série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare*.
Deuxième série (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Troisième série (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Quatrième série (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Cinquième série (1864-1874).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Sixième série (1875 à 1884).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Septième série (1885 à 1894).	Chaque partie 20 vol.	300 fr.
Géologie, 22 volumes.		330 fr.

que ces dernières ont leurs quatre pétales à peu près égaux, que leur corolle est régulière, les fleurs périphériques ont une corolle à lobes nettement inégaux, le pétale antérieur étant beaucoup plus long et plus large que les pétales latéraux et ceux-ci à leur tour plus développés que le pétale postérieur : les capitules du second type ont des fleurs beaucoup moins différentes entre elles ; toutes ont les lobes de leur corolle plus pointues que dans le premier type, les fleurs périphériques ont simplement leurs pétales un peu plus développés que celles du centre ; ceux-ci restent à peu près égaux entre eux, ne s'élargissent pas et ne s'étalent pas comme dans les fleurs du premier type ; dans les deux cas, les étamines et les styles sont longuement saillants en dehors du tube de la corolle.

Les fleurs attaquées sont modifiées à divers degrés, suivant le plus ou moins grand développement du parasite dans leurs tissus. Les inflorescences de certaines plantes attaquées, chez lesquelles on ne rencontre que difficilement quelques conidiophores, ont à peu près l'aspect normal (Pl. III, fig. 13), celui du premier ou du second type décrits ; cependant les styles seuls dépassent le niveau des corolles, les étamines sont très réduites ; leur filet est raccourci et les anthères atrophiées restent incluses dans le tube de la corolle.

Dans les capitules où le mycélium est très abondant, où les conidiophores sont très nombreux ainsi que les oospores, l'aspect n'est plus du tout le même que dans les capitules sains (Pl. III, fig. 14) ; toutes les fleurs deviennent semblables entre elles et la forme de leur corolle se rapproche de celle des corolles périphériques du premier type ; la corolle devient beaucoup plus évasée, les lobes prennent un grand développement et non seulement on ne voit plus les étamines, mais les styles aussi sont cachés par les pétales qui s'allongent beaucoup, alors que les styles gardent leur longueur ordinaire ou même se raccourcissent. Ajoutons à cela que les corolles acquièrent une couleur vineuse sale, remplaçant leur teinte rose lilas clair, indépendamment de la couleur qui leur est donnée par les conidies violettes du *Peronospora;* l'aspect particulier que prennent ainsi les capitules attaqués permet de les reconnaître d'assez loin au milieu de ceux qui restent sains.

Les capitules d'une même plante sont tous attaqués ou tous sains, et les modifications qu'ils subissent sont sensiblement de la même importance, ce qui correspond à un développement à peu près uniforme du parasite. Le mycélium de ce dernier, en ce qui concerne la fleur, ne se rencontre que dans la corolle, les étamines et le style, et ce sont les seules parties de la plante où se forment les appareils reproducteurs; la remarque de Schröter, qui était légèrement inexacte à propos du *Dipsacus pilosus*, est ici tout à fait valable, à savoir que les conidiophores et les oospores n'apparaissent que dans les parties dépourvues de chlorophylle. Dans toutes les parties attaquées, et surtout les pétales, se développent diverses Mucédinées, en particulier des *Cladosporium;* c'est un exemple nouveau de *Cladosporium* végétant sur des organes déjà atteints par un autre parasite (1). Les pétales en se desséchant restent souvent adhérents à la fleur; ils sont alors complètement noirs du fait des oospores, des conidies qui sont tombées à leur surface, et des Mucédinées brunes qui apparaissent accessoirement.

Schröter a hésité un instant à faire du *Peronospora* végétant sur le *Knautia* la même espèce que le *Peronospora violacea* du *Dipsacus pilosus;* il remarque entre autres cette différence: les appareils conidiens, qu'il avait observés très communs sur les fleurs du *Dipsacus pilosus*, étaient très rares sur les inflorescences du *Knautia* qu'il avait eues à sa disposition; c'est que ces dernières correspondaient à celles que nous avons observées comme présentant un faible développement du mycélium; nous avons vu qu'il en existe d'autres où les conidiophores sont très nombreux, où ils sont même beaucoup plus fréquents que dans les inflorescences du *Dipsacus* que j'ai pu observer ; le plus ou moins de fréquence des appareils reproducteurs ne provient pas de la nature diverse de l'hôte, ni de ce qu'on a affaire à deux espèces de parasites ; car les différences que signale Schröter, par exemple entre la taille des conidies ou des oospores du *Peronospora* du *Dipsacus* et de celui du *Knautia*, existent entre des parasites recueillis sur différents individus de *Knautia*, où le nombre des conidiophores est également variable. Cette variation doit donc être attribuée à une autre cause, que je crois voir dans les conditions extérieures ; j'ai rencontré, en effet, tous les pieds portant des inflorescences peu modifiées, ayant simplement leurs étamines réduites, et chez lesquelles on trouve souvent à grand'peine quelques appareils conidiens, dans des terrains arides, sur des coteaux (Presles, Moussy) ou sur des falaises (Perros) ; j'ai cueilli, au contraire, les inflorescences très attaquées et par suite très modifiées dans une prairie artificielle relativement humide ; les pieds de *Dipsacus* infestés, qu'il m'a été donné d'examiner, et chez lesquels le parasite était bien développé, provenaient d'un bois également humide.

---

(1) C'est ainsi que M. Prillieux a signalé un *Cladosporium* se développant dans le cœur de la Betterave attaquée par un *Phillosticta.*

Examinons de plus près les modifications que subissent les diverses parties de la fleur.

1. *Pédoncule et enveloppes florales.* — Le pédoncule floral est assez souvent courbé dans le voisinage de l'inflorescence (Pl. III, fig 14).

Le calice formé de dents allongées est simplement réduit de longueur dans les fleurs attaquées ; sa base est appliquée étroitement contre la partie supérieure de l'involucelle, au lieu d'en être séparée par une partie étranglée de l'ensemble des différents verticilles soudés, qui forme une sorte de pédicelle.

Nous avons vu quelles modifications subissent les pétales ; à ces changements morphologiques ne correspondent pas de transformations anatomiques ; les cellules de la corolle sont simplement dissociées plus ou moins par le mycélium qui chemine entre elles et détermine la production de méats ou de lacunes, dans lesquels se forment les oospores.

2. *Étamines.* — Les étamines offrent différents degrés de réduction comme chez le *Dipsacus pilosus*, mais le plus ordinairement elles sont très atrophiées ; elles ont un filet de 1 millimètre à 1^{mm},5 portant une anthère mesurant à peine 1 millimètre de long sur 1/2 millimètre de large, le filet des étamines saines ayant environ 8 millimètres de long et leurs anthères 2 millimètres de long sur près de 1 millimètre de large ; alors que les anthères saines sont nettement oscillantes, elles restent basifixes lorsqu'elles sont attaquées. Jamais le pollen n'arrive à son développement normal dans ces anthères atrophiées ; les sacs polliniques (Pl. III, fig. 19) contiennent une masse formée par les cellules mères arrêtées dans leur évolution, et dont on reconnaît plus ou moins nettement les noyaux ; cette masse est séparée de l'extérieur par l'épiderme accompagné (Pl. III, fig. 19) ou non (Pl. III, fig. 20) de une ou deux assises plus internes ; ces dernières existent ou sont absentes suivant qu'elles ont eu le temps ou non de se différencier avant que se produise l'arrêt de développement. Dans quelques étamines attaquées à un stade ultérieur on rencontre des grains de pollen dont la membrane est bien différenciée, mais dont le protoplasma est absent ; ce n'est que dans des cas très rares que des fleurs attaquées offrent des anthères normales déhiscentes ; quelquefois une anthère présente un sac pollinique bien constitué alors que les autres sont complètement avortés ; dans certaines anthères l'assise mécanique peut se différencier par places. Toutes celles qui sont modifiées contiennent de nombreux cristaux maclés d'oxalate de chaux. Jamais, comme pour le *Dipsacus pilosus*, le mycélium parasite ne pénètre à l'intérieur des sacs polliniques.

Parfois, l'un de ces sacs polliniques ne se développe pas et on trouve à sa place un tissu homogène qui peut prendre un assez grand développement ; l'anthère, possédant ainsi sur l'un de ses côtés une lame pétaloïde à coloration violette souvent intense, présente un commencement de pétalodie.

3. *Pistil.* — Les carpelles attaqués sont généralement plus petits; ils contiennent de plus nombreux cristaux que les carpelles sains, surtout à la base; la chlorophylle y disparaît au contraire. L'ovule est aussi plus petit et ne remplit pas toujours toute la cavité ovarienne; le sac embryonnaire développe ses huit cellules, mais les choses en restent là, dans la règle, pour les fleurs profondément atteintes; cependant, l'oosphère peut être fécondée et l'embryon commencer son évolution; on trouve même des graines bien constituées dans des inflorescences attaquées et c'est la règle pour celles qui ne présentent pas de mycélium dans leurs fleurs. Le parasite ne se rencontre pas dans l'ovule.

En résumé, les principales modifications qui surviennent dans les fleurs du *Knautia arvensis* attaquées par le *Peronospora violacea*, sont les suivantes :

1° *Arrêt de développement des étamines;* il est remarquable que cette atrophie se produise alors que le mycélium n'existe pas dans les fleurs; il est dans ce cas très net que l'action du parasite est indirecte;

2° *Arrêt de développement des ovules* qui résulte aussi d'une action indirecte, mais qui a besoin pour se produire d'un plus grand développement du mycélium ;

3° *Réaction de la corolle*, qui s'agrandit et change de forme, d'où résulte un aspect très différent pour les inflorescences attaquées; pour l'aspect extérieur, ces dernières sont aux inflorescences saines ce que les capitules doubles de Composées Radiées sont aux capitules normaux correspondants ;

4° Commencement de *pétalodie des étamines.*

John Hogg (1) a signalé en 1849 l'existence d'inflorescences doubles chez le *Knautia arvensis;* d'après la description qu'il en donne, je suis porté à croire qu'il a eu entre les mains des inflorescences attaquées par le *Peronospora vio-*

---

(1) J. Hogg, Proceedings Linnean Soc., 18 déc. 1849.

lacea; d'autre part Gœbel (1) a observé des étamines pétaloïdes chez la même plante. Il nous semble intéressant de retrouver ces diverses modifications nettement reliées à une cause parasitaire. Un naturaliste à qui échapperait l'existence du *Peronospora* sur les fleurs transformées, et c'est peut-être le cas de J. Hogg, n'hésiterait pas à les rapporter à une variété ou même à une espèce distincte ; nous avons en effet affaire à un cas très net de dimorphisme produit par l'action d'un parasite.

Contrairement à Schröter qui déclare n'avoir jamais observé le parasite sur d'autres Dipsacées, je l'ai rencontré sur le *Scabiosa columbaria L.*, à Presles (Seine-et-Oise) et sur le *Scabiosa Succisa L.*, à Perros (Côtes-du-Nord). Les modifications qui surviennent sont en tout point comparables à celles que subissent les fleurs du *Knautia arvensis*, et je n'insisterai pas sur des différences de détail tenant à ce que l'espèce attaquée est différente.

Matricaria inodora L.

Attaqué par le *Peronospora Radii de By.*

(Planche IV).

Plusieurs auteurs ont signalé l'attaque du *Matricaria inodora* et d'autres Anthémidées par le *Peronospora Radii* et indiqué en quelques mots l'existence de modifications morphologiques dans les fleurs des capitules infestés. C'est ainsi que de Bary (2) dit : « Flores radiales parasitum alentes varie elongati, contorti et conidiis sordide violaceis conspurcati sunt », et Cohn (3) : « Die befallene Scheibenblüthen verkümmern rasch und bleiben unfruchtbar, die Strahlblüthen werden verlangert, verkrümmnt u. s. w... ».

Le *Peronospora Radii* a été signalé aux environs de Paris par M. Cornu et par M. Mangin. Je l'ai trouvé en abondance à Saint-Martin-du-Tertre (S.-et-O.), dans les champs en friche qui se trouvent sur le côté ouest du château.

---

(1) Gœbel, *Beiträge zur Kentniss gefüllter Blüthen* (Pringsh. Jahrb., XVII, 1849).

(2) De Bary, *Sur le développement de quelques Champignons parasites* (Ann. Sc. nat. Bot., 4, XX, p. 48 et 121).

(3) Cohn, Cryptog. Fl. von Schlesien, III, 1, p. 248.

1° *Changements produits dans la morphologie extérieure.* — Les plantes attaquées deviennent ordinairement naines, rabougries, les feuilles sont plus petites, les entre-nœuds très courts. Le pédoncule floral raccourci offre des côtes beaucoup moins accentuées, il est souvent fortement tordu, au point de présenter une véritable boucle (Pl. IV, fig. 3, 4, 5), et cette torsion s'opère toujours de façon que la concavité de la courbure se trouve du côté où existe une plage noire, desséchée du pédoncule, ressemblant à une cicatrice survenue à la suite d'une meurtrissure; nous verrons plus loin qu'il y a connexion entre les deux faits.

1. *Capitules.* — Il arrive assez fréquemment que plusieurs capitules prennent naissance au même point et cela peut se produire de deux façons : ou bien (Pl. IV, fig. 7) les pédoncules floraux sont concrescents et leurs capitules se développent à la même hauteur ; ou bien un capitule primitivement simple, porté par un pédoncule unique, est comme dissocié en 2, 3, 4 petits capitules accolés les uns contre les autres (Pl. IV, fig. 6); enfin les deux modes peuvent se combiner et on peut avoir ainsi une masse de 7 ou 8 capitules terminant des pédoncules floraux soudés; la concrescence des pédoncules et la division des capitules en plusieurs parties sont probablement dues à ce que le mycélium du *Peronospora* amène des perturbations dans la division des cellules initiales.

Un capitule sain (Pl. IV, fig. 1) offre des fleurs périphériques à ligules bien planes, et des fleurs tubuleuses dont l'ensemble est très bombé. Dans les capitules attaqués (Pl. IV, fig. 2 à 5) les fleurs périphériques ont des ligules de formes variées, ne s'étalant pas, enchevêtrées les unes dans les autres et cachant plus ou moins le centre des capitules qui sont ordinairement plus petits; les fleurs ligulées sont très différemment développées dans une même inflorescence, les ligules pouvant dépasser à peine les bractées ou avoir la même longueur que les saines; l'ensemble des fleurs tubuleuses présente dans les capitules attaqués une surface moins convexe, souvent plane ou même concave.

Il existe un grand désordre dans la floraison des fleurs tubuleuses; au lieu de s'épanouir régulièrement de la périphérie vers le centre, certaines s'épanouissent au milieu d'autres qui sont arrêtées dans leur développement; cela correspond à une attaque irrégulière des fleurs par le Champignon; certaines peuvent être complètement saines à côté d'autres profondément attaquées. On peut trouver les fleurs ligulées disposées sur plus d'un rang, ou en observer au centre du capitule, mêlées aux fleurs tubuleuses ; cela provient de ce que certaines fleurs tubuleuses se transforment en fleurs ligulées.

Toutes les fleurs attaquées se dessèchent sur place sans se détacher du capitule; c'est un fait qu'on a déjà constaté dans l'attaque des *Knautia*, *Scabiosa*, *Dipsacus* par des *Peronospora* et qui se retrouve dans l'attaque des feuilles par différents Champignons ; les fleurs en se flétrissant constituent un milieu favorable au développement de diverses Mucédinées (*Cladosporium*...) qui contribuent à donner aux ligules attaquées une couleur foncée.

Les bractées des capitules sont sensiblement plus étroites et d'un vert plus foncé ; elles sont moins exactement appliquées les unes contre les autres.

Étudions successivement les modifications que subissent les fleurs ligulées et les fleurs tubuleuses.

2. *Fleurs ligulées*. — Leur ligule n'est jamais bien plane et on peut trouver toutes les transitions entre des ligules à peine concaves vers la face supérieure et d'autres enroulées en une sorte de tuyau (Pl. IV, fig. 9), leurs deux bords se recouvrant. La base des ligules est ordinairement verte et non d'un blanc pur comme dans les corolles saines. La nervation est modifiée ; les corolles saines présentent quatre nervures longitudinales, chacune se reliant à la voisine vers

l'extrémité de la ligule par une partie arquée; à ces nervures normales se surajoutent dans les ligules attaquées des nervures accessoires plus ou moins nombreuses (Pl. IV, fig. 8), qui sont de simples ramifications des premières, mais qui sont dans quelques cas tellement développées qu'elles cachent complètement le plan primitif de nervation. Celui-ci montre que la ligule est constituée par trois pétales, les deux autres ayant avorté; pour plus de facilité désignons ces trois pétales par des numéros, soit I le pétale médian, II le pétale de gauche, III celui de droite, la ligule étant supposée être vue par sa face supérieure. Le pétale IV à gauche de II et le pétale V à droite de III sont atrophiés. La ligule normale peut avoir pour formule (II, I, III), la parenthèse indiquant que les trois pétales sont soudés.

On rencontre deux sortes de modifications dans les ligules:

a. Les ligules continuant à être constituées par les seuls pétales I, II, III, il peut se produire des arrangements particuliers de ces pétales; ils s'échancrent plus ou moins et s'individualisent par conséquent, et on peut avoir deux ligules constituées l'une par l'ensemble des pétales I et II, l'autre par le pétale III complètement séparé des deux autres; la corolle prend pour formule (II, I) + III; on rencontre aussi des corolles de formule II + I + III, c'est-à-dire dans lesquelles les trois pétales constituant la ligule sont parfaitement distincts l'un de l'autre.

b. Les fleurs ligulées tendent parfois à se transformer en des fleurs à cinq pétales, à se rapprocher par suite du type régulier des fleurs tubuleuses; mais ces transformations n'intéressent que les pétales, jamais par exemple il n'apparaît d'étamines dans les fleurs périphériques. C'est la nervation de la corolle et dans certains cas l'apparition vers l'extrémité des pétales de poches sécrétrices et de taches jaunes correspondantes, analogues à celles qui existent normalement dans les fleurs tubuleuses, qui permettent de suivre la série de ces transformations. La ligule restant normale, il peut apparaître soit à gauche, soit à droite de l'échancrure de la corolle un des deux pétales manquants; des corolles ont par exemple la formule (II, I, III) + V; les deux pétales IV et V peuvent se développer simultanément et on a une fleur pouvant être représentée par IV + (II, I, III) + V (Pl. IV, fig. 13); il est d'ailleurs très rare que les deux pétales IV et V soient aussi développés que les autres et ils n'apparaissent le plus souvent qu'à l'état d'ébauche de chaque côté de l'échancrure.

Enfin les deux modes *a* et *b* de transformations peuvent se combiner, et les pétales IV et V apparaître en même temps que la ligule normale se dissocie ; on a dans ce cas des corolles dont la constitution est par exemple (II, I) + III + V.

Il n'est pas rare que le nombre des styles augmente dans les fleurs ligulées ; à côté du style normal, bifide, à deux stigmates, il peut y avoir un style supplémentaire à un seul stigmate ou bien il existe en tout trois styles simples à un stigmate, le style normal s'étant dissocié. Ces styles se transforment très souvent en lanières dont la structure et la couleur sont les mêmes que celles de la ligule (Pl. IV, fig. 10 à 13); dans l'état de moindre transformation le stigmate est élargi et aplati et les papilles stigmatiques latérales disparaissent d'un côté ; la petite feuille se formant ainsi a un bord concave, quasi semi-circulaire, celui où les papilles stigmatiques existent encore, et l'autre convexe qui s'est développé davantage (Pl. IV, fig. 12); cette feuille devient régulière lorsque les papilles disparaissent également des deux côtés ; les deux stigmates d'un même style se transforment indépendamment l'un de l'autre, et souvent l'un est complètement foliacé alors que le second reste normal ; lorsqu'il se développe un troisième stigmate, il est toujours plus transformé que les autres (Pl. IV, fig. 11). Les lames pétaloïdes qui remplacent ainsi les styles peuvent s'allonger beaucoup en dehors du tube de la corolle et avoir en longueur les trois quarts de la ligule. Les carpelles, pas plus que ceux des fleurs tubuleuses, ne contiennent jamais de graines à leur intérieur.

3. *Fleurs tubuleuses.* — Les fleurs tubuleuses des capitules attaqués sont verdâtres et non pas d'un jaune bien franc ; elles sont très souvent desséchées de bonne heure, sauf quelques-unes qui peuvent être alors plus grandes que les fleurs saines ; celles qui se dessèchent présentent toutes les tailles et tous les degrés possibles de développement, leur attaque étant très irrégulière ; parmi celles qui sont arrêtées le plus tard dans leur développement, la plupart présentent des carpelles de taille normale, surmontés par des corolles très petites, à orifice plus étroit que la base ; la corolle est d'ailleurs toujours moins évasée que dans les fleurs saines ; le nombre de ses pétales peut varier, elle est assez souvent formée de 4, 6 ou même 7 pétales ; on peut aussi trouver des fleurs soudées de telle façon que les deux corolles n'en forment qu'une à 10 ou 12 dents. Les étamines sont plus ou moins atrophiées et leurs sacs polliniques contiennent des grains de pollen normalement constitués ou mal développés ; le plus ordinairement les 5 étamines existent ; il peut cependant arriver que certaines fassent défaut.

Nous avons dit qu'on rencontre parfois des ligules blanches au milieu des fleurs tubuleuses ; ces dernières peuvent, en effet, se transformer en fleurs ligulées, en présentant toutes les transitions possibles entre les deux types normaux.

Certaines fleurs tubuleuses s'agrandissent sans prendre d'autre caractère extérieur particulier qu'une coloration plus verte ; d'autres qui se sont ainsi allongées acquièrent une corolle à symétrie bilatérale par une légère courbure vers l'extérieur sans que les dents de la corolle cessent d'être sensiblement différentes les unes des autres ; puis tous les pétales s'allongent en prenant l'aspect de ceux qui constituent les ligules normales (Pl. IV, fig. 14) ; ils deviennent blancs et perdent leurs poches sécrétrices ; les pétales que nous avons désignés par IV et V s'atrophient et on arrive à la ligule ordinaire. Mais, en général, on a dans ces transformations des corolles assez irrégulières et cela pour deux raisons, d'abord la fente de la fleur ligulée ne se forme pas toujours dans le plan de symétrie entre les pétales IV et V, de plus les pétales sont développés très différemment et souvent aussi se divisent en plusieurs lobes. Ces fleurs ligulées, provenant de la transformation de fleurs tubuleuses, peuvent être représentées par des formules telles que (IV, II, I) + (III, V); IV + II + I + III; (IV, II, I, III) + V; (II, I) + III, etc...

Les étamines disparaissent dans les fleurs ainsi transformées ; quelquefois il en existe encore une ou deux.

La plupart des modifications morphologiques que nous venons de signaler, telles que la transformation des fleurs ligulées, celle des fleurs tubuleuses en fleurs ligulées, la pétalodie des styles, se retrouvent sans aucune différence chez les Composées Radiées obtenues doubles par des artifices de culture, et en particulier chez les Chrysanthèmes doubles du Japon ; il est assez intéressant de constater qu'un parasite tel qu'un *Peronospora* peut produire des effets absolument identiques à ceux qu'on observe du fait d'un changement survenu dans les conditions de nutrition et de milieu de la plante, ce qui amène à penser que les deux causes sont au fond les mêmes, que le *Peronospora*, comme les pratiques horticoles, agit en produisant une perturbation dans les fonctions nutritives de l'hôte.

2° *Changements produits dans la structure anatomique.* — Étudions maintenant les transformations que subissent les tissus des différentes parties attaquées.

1. *Pédoncule floral.* — Il présente à l'état sain des côtes très accentuées formées de collenchyme ; en face de chacune de ces côtes se trouve un faisceau libéro-ligneux bordé en dedans et en dehors par une zone de sclérenchyme ; entre eux sont situés des faisceaux plus petits ; des canaux sécréteurs endodermiques se rencontrent à gauche et à droite des faisceaux.

Dans le pédoncule attaqué (Pl. IV, fig. 21), qui est en général plus gros, les côtes sont fort peu accentuées, et le collenchyme est très faiblement développé ou même nul le plus souvent ; le sclérenchyme des faisceaux est beaucoup moins lignifié. Il se produit en certaines régions de l'écorce une assise phellogène ; les tissus, qui se trouvent en dehors de celui auquel donne naissance cette assise (*l.*), se dessèchent et s'exfolient par lambeaux ; c'est ainsi qu'il se forme des plages noires sur le pédoncule,et c'est à la rétraction de ces tissus par la dessiccation qu'il faut rapporter la torsion du pédoncule qui se produit, nous l'avons vu, du côté de la région où s'opère cette dessiccation, ou bien du côté où elle est le plus intense, s'il existe plusieurs de ces régions au même niveau. Quant à l'assise corticale qui devient phellogène, elle est variable, pouvant être endodermique et exfoliant ainsi toute l'écorce avec ses canaux sécréteurs, ou bien plus externe ; elle peut même varier de profondeur pour une même plage. Elle se produit sous l'influence du mycélium parasite ; ce dernier parcourt l'écorce et peut déterminer la mort des cellules dans les régions les plus attaquées ; la plante réagit, et c'est alors qu'il se forme une assise phellogène qui isole à l'extérieur la région malade ; le tissu secondaire ainsi formé peut d'ailleurs être attaqué à son tour pendant qu'il se forme, le parasite déterminant ainsi la formation de nouvelles cellules qui ne servent qu'à sa nourriture.

2. *Fleurs ligulées.* — Le mycélium est très abondant dans les ligules, dont il détermine un grand épaississement par l'hypertrophie et la dissociation des cellules ; il chemine entre les cellules qu'il sépare par de grands méats et envoie dans les cellules des ramifications par lesquelles il se nourrit aux dépens de leur protoplasma ; on voit quelquefois (Pl. IV, fig. 15) ces suçoirs entourer étroitement le noyau de la cellule attaquée. Le mycélium peut pénétrer entre deux cellules épidermiques et les écarter d'une distance qui égale leur largeur ; la cuticule ne s'interrompt pas au niveau du mycélium et recouvre ce dernier en formant en quelque

sorte un pont entre les cellules écartées ; le mycélium continuant à se développer vient se loger entre la cuticule et la partie cellulosique d'une cellule épidermique, et c'est de là que se dressent les conidiophores (Pl. IV, fig. 16). — Les noyaux sont, comme les cellules elles-mêmes, hypertrophiés (leur diamètre est environ de 10 μ au lieu de 4 μ), leur chromatine devient diffuse, et souvent à l'intérieur de la membrane nucléaire on rencontre deux ou plusieurs sphères (jusqu'à 6) présentant le même aspect que le noyau malade restant homogène (Pl. IV, fig. 16 à 19); il semble que la chromatine se répartisse dans ce cas à l'intérieur du noyau sur deux ou plusieurs nucléoles; nous n'avons d'ailleurs pas l'intention, en parlant de ces transformations nucléaires, d'en tirer aucune conclusion précise; nous signalons simplement en passant des faits dont la signification immédiate nous échappe, mais qui du moins montrent que la vie de la cellule est profondément modifiée par la présence du *Peronospora.*

3. *Fleurs tubuleuses.* — Nous avons vu que beaucoup de fleurs tubuleuses sont arrêtées dans leur développement et se dessèchent ; elles ne subissent d'ailleurs avant cette dessiccation aucune modification de leurs tissus, et je n'ai jamais observé la pénétration du mycélium dans ces fleurs ; il semble donc bien que ce soit simplement par un manque de nutrition que se produise leur arrêt de développement. C'est au contraire dans les fleurs qui s'épanouissent le mieux que le mycélium est le plus abondant, et ce n'est guère que dans celles qui se transforment plus ou moins complètement en fleurs ligulées qu'apparaissent les conidiophores. Le parenchyme de la corolle est dissocié par le mycélium, comme celui des fleurs ligulées; les assises sont parfois en plus grand nombre que dans les corolles saines, ce qui donne une plus grande épaisseur aux pétales, épaisseur qui est encore accrue par le fait de l'hypertrophie que subit chacune des cellules. Cette dissociation et cette hypertrophie des cellules se retrouvent dans les styles des deux sortes de fleurs.

Quant aux étamines, elles sont le plus souvent bien développées et leur pollen paraît normalement constitué; mais elles peuvent aussi présenter des sacs polliniques atrophiés, contenant des grains de pollen qui ne sont pas arrivés à leur complet développement; dans une même anthère, il n'est pas rare d'observer des sacs polliniques profondément altérés à côté d'autres qui restent normaux; en tout cas l'atrophie des anthères est ici beaucoup moins régulière que dans le *Knautia arvensis* et le *Dipsacus pilosus*, attaqués par le *Peronospora violacea;* la figure 20 de la planche IV représente deux sacs polliniques voisins, dont l'un contient des grains de pollen (*p.*) presque complètement bien constitués, entourés encore par l'assise nourricière, et dont l'autre est occupé par une masse homogène, semblant formée aux dépens des cellules nourricières, au milieu de laquelle sont les enveloppes de grains de pollen presque vides de protoplasma; dans l'une d'elles cependant, on voit encore un peu de protoplasma avec son noyau. Le mycélium ne pénètre pas dans ces sacs polliniques.

Le plus généralement l'ovule se dessèche de bonne heure dans la cavité ovarienne, sans que le mycélium du parasite pénètre en lui; les carpelles s'accroissent malgré cette atrophie, de même que la corolle, alors que les étamines sont arrêtées dans leur développement. Dans quelques cas l'ovule peut être fécondé et l'embryon évoluer plus ou moins; mais je n'ai jamais rencontré dans les très nombreux échantillons que j'ai examinés de graine parfaitement constituée.

En résumé, les modifications que produit l'action du *Peronospora Radii* sur l'appareil floral du *Matricaria inodora* peuvent se rapporter à trois groupes :

I. Certaines modifications peuvent être considérées comme le résultat d'actions mécaniques exercées par le mycélium sur les cellules en voie de division; telles sont les *coalescences*, soit des pédoncules floraux, soit des fleurs tubuleuses.

II. La *torsion des pédoncules floraux* résulte d'un tissu secondaire formé par la plante, qui réagit contre le mycélium.

III. Les autres modifications sont le résultat d'un changement amené dans la nutrition ; nous voulons parler :

1° De l'*atrophie des organes sexuels*, ovules et sacs polliniques, de celle des fleurs tubuleuses ;

2° De la *transformation des fleurs ligulées en fleurs tubuleuses* et de la transformation inverse, de la *pétalodie du pistil;* toutes se retrouvent absolument identiques dans des plantes du même groupe soumises à des pratiques horticoles.

Papaver Rhæas L. ; P. Argemone L. ; et P. dubium L,

Attaqués par le *Peronospora arborescens Fuckel.*

Le *Peronospora arborescens* a été signalé par plusieurs auteurs, entre autres Frank (1), sur différentes espèces du genre *Papaver*. Il se développe au printemps sur les jeunes pousses, à la face inférieure des feuilles radicales, et rend en général stériles les touffes atteintes, comme le *Peronospora leptosperma de By* frappe de stérilité les pieds de *Tanacetum vulgare ;* les fleurs n'apparaissent ordinairement pas du tout ; cependant on peut rencontrer sur les plantes attaquées des boutons dans lesquels le parasite apparaît également, qui deviennent plus ou moins gros, mais que je n'ai jamais vus s'épanouir ; ils sont portés par des pédoncules très courts.

Les sépales et les pétales conservent leur structure ordinaire ; les premiers sont moins verts qu'à l'état sain, comme il arrive pour les feuilles ; leur épiderme a une cuticule beaucoup moins épaisse ; les tissus sont dissociés fortement par le parasite et les oospores apparaissent surtout en dessous de l'épiderme interne, qui est souvent comme exfolié par plages, et en particulier dans les chambres sous-stomatiques.

---

(1) Frank, *Die Krankheiten der Pflanzen*, p. 413.

Les pétales se dessèchent ordinairement avant que les oospores aient eu le temps de se former dans leurs tissus. Les filets des étamines peuvent être deux fois plus épais, non pas que les cellules soient plus nombreuses ni qu'elles acquièrent de plus grandes dimensions, mais parce que le parenchyme est très dissocié par le mycélium, surtout dans le *P. Argemone;* le connectif subit la même modification; le parasite, comme dans les cas précédemment étudiés, ne pénètre pas dans les sacs polliniques; ceux-ci sont arrêtés plus ou moins tôt dans leur évolution, et nous retrouvons les mêmes variations que plus haut; nous n'y insisterons pas.

Un fait seulement est intéressant à noter : c'est que si les grains de pollen arrivent à se constituer avec leur membrane différenciée, mais avec une réduction du protoplasma et une dégénérescence du noyau, ils offrent en tout point le même aspect, les mêmes modifications de forme et de contenu que certains grains de pollen qu'on rencontre dans les sacs polliniques sains où ils n'ont pu arriver à leur constitution définitive et ont servi de nourriture aux autres. Cette identité dans l'effet nous porte à supposer que la cause est au fond la même; ce doit être dans les deux cas à un détournement de matériaux nutritifs qu'est dû l'arrêt de développement.

Le placenta et les ovules sont le plus souvent envahis par le mycélium avant même que les téguments soient formés et le sac embryonnaire constitué. Ils se dessèchent en même temps que le reste de la fleur, sans se développer davantage.

Ranunculus bulbosus L.

Attaqué par le *Peronospora Ficariæ Tul.*

L'action du *Peronospora Ficariæ* sur différentes Renoncules, et en particulier sur le *R. bulbosus*, est très comparable à celle du *P. arborescens* sur les Coquelicots et les Pavots ; ordinairement sans fleurs, les pieds attaqués peuvent donner naissance à des boutons qui ne s'épanouissent pas ou fort mal ; pétales, étamines, carpelles se dessèchent assez vite ; les sacs polliniques offrent encore tous les degrés de réduction des grains de pollen. Nous pouvons faire ici la même remarque que dans le cas précédent en ce qui concerne cette atrophie. Les carpelles se dessèchent d'abord dans leurs parties latérales peu épaisses, et on ne trouve le plus souvent dans leur cavité qu'un rudiment d'ovule qui subit de bonne heure la même dessiccation.

Ces fleurs de *Papaver* ou de *Ranunculus* qui n'éclosent pas par le fait du *Peronospora*, rappellent par leurs modifications les fleurs qui avortent dans certaines inflorescences ; c'est ainsi que des fleurs s'arrêtent quelquefois dans leur développement chez le *Pelargonium zonale*, apparemment au profit des autres ; chez des pieds de *Viola tricolor*, maintenus à l'ombre, j'ai observé que toutes les fleurs avortaient ; dans les deux cas on observe une même dessiccation des différents cycles et la même atrophie dans les organes sexuels que dans les cas précédents de parasitisme.

RÉSUMÉ RELATIF AUX PERONOSPORA.

En résumé, on peut classer de la façon suivante, d'après l'action qu'elles exercent sur les fleurs de leurs hôtes, les différentes espèces du genre *Peronospora* que nous avons observées :

Premier groupe. — *Peronospora* développant normalement leurs appareils reproducteurs dans l'appareil végétatif et l'appareil floral de l'hôte ; les fleurs n'offrent aucune modification et remplissent leur rôle reproducteur.

Le *P. calotheca de By* est le seul *Peronospora* appartenant à ce groupe que j'aie eu l'occasion d'observer. Je l'ai rencontré sur le *Sherardia arvensis L.*, où il produisait simplement une réduction dans les dimensions de la tige et des feuilles, qui étaient plus pauvres en chlorophylle.

Deuxième groupe. — *Peronospora* formant leurs conidies et leurs oospores dans l'appareil végétatif de leur hôte, empêchant ordinairement tout développement de l'appareil floral, qui est attaqué aussi lorsqu'il se forme, et se flétrit toujours avant de s'épanouir.

Cette catégorie comprend le *P. arborescens* et le *P. Ficariæ*.

On peut aussi y faire rentrer le *P. Dipsaci Tul.* qui se développe sur l'appareil végétatif du *Dipsacus silvestris L.*, dont il empêche ordinairement les fleurs de s'épanouir.

Troisième groupe. — *Peronospora* développant leurs appareils reproducteurs exclusivement dans les fleurs de leurs hôtes; ces fleurs offrent dans leur partie végétative une réaction très nette et présentent au contraire une atrophie de leurs organes sexuels.

A ce groupe appartiennent les *P. violacea* et *P. Radii.*

Remarque. — Dans les associations parasitaires du deuxième groupe toutes les parties florales sont tuées purement et simplement. Dans celles du troisième groupe, les éléments sexuels peuvent l'être aussi, mais le calice ou la corolle réagit sous l'excitation du *Peronospora;* nous sommes en présence de cécidies, d'après la définition que nous avons admise de ce mot ; mais alors que dans beaucoup de cécidies on observe des modifications considérables de tissus, conduisant, par exemple, à des hypertrophies, il ne se produit ici aucun changement appréciable dans l'anatomie de l'organe réagissant, qui est modifié dans sa forme seule.

II. Cécidies produites par le Cystopus candidus Lév.

Plusieurs auteurs ont signalé l'attaque par le *Cystopus candidus* d'assez nombreuses espèces de Crucifères; tels sont Frank (1), Sorauer (2), qui n'ont étudié cette attaque qu'au point de vue du parasite ou des transformations de grosse morphologie qu'il entraîne dans les organes de l'hôte.

(1) Frank, *Die Krankheiten der Pflanzen*, 1880, p. 414.
(2) Sorauer, *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, 1886.

Wakker (1), dans une étude d'anatomie pathologique, s'occupe des modifications introduites par cette Péronosporée dans les tissus du *Brassica nigra*, du *Capsella Bursa-pastoris*, du *Senebiera Coronopus*, de plusieurs *Sisymbrium*, du *Thlaspi arvense*, mais il insiste surtout sur ce qui concerne la tige; il signale en quelques lignes, pour ce qui regarde la fleur, le grand développement de la chlorophylle, la présence de faisceaux accessoires, en particulier dans les étamines, et l'existence de formations secondaires dans le cylindre central du filet.

Peglion (2) a fait aussi paraître récemment une étude comparée de la tige et de la silique saines et envahies par le *Cystopus candidus* chez le *Raphanus Raphanistrum*. On verra que plusieurs modifications intéressantes ont échappé à ces auteurs.

Nous étudierons les transformations qui apparaissent sous l'influence du *Cystopus candidus* dans les organes floraux du *Sinapis arvensis* et du *Capsella Bursa-pastoris*.

Sinapis arvensis L.

Attaqué par le *Cystopus candidus Lév.*

(Planche V).

Les pieds attaqués ont leurs axes floraux, leurs pédoncules et leurs fleurs hypertrophiés; ces dernières sont de trois sortes.

Certaines sont attaquées isolément, sans même que l'axe semble altéré à leur niveau (Pl. V, fig. 2); leurs parties sont alors très inégalement altérées; en général un sépale (*s*) est surtout très hypertrophié, pouvant atteindre jusqu'à 3 centimètres de long, alors que les autres (*s'*) restent normaux, ou sont au contraire réduits; les pétales sont plus ou moins transformés, et indépendamment les uns des autres;

---

(1) Wakker, *Untersuchungen über den Einfluss parasitischer Pilze auf ihre Nährpflanzen* (Pr. Bot., XXIV, 1892, p. 499-549).

(2) Peglion, *Studio anatomico di alcune ipertrofie indotte dal Cyst. cand.* (Riv. pat. veg., vol. I, 1892, p. 265-85).

certains peuvent conserver leur aspect et leur coloration ordinaires ; les étamines ont leur filet renflé, conique, les anthères sont atrophiées ; la silique peut se développer beaucoup et avoir 5 à 6 centimètres de long.

Dans d'autres cas l'axe floral attaqué et hypertrophié porte, dans la région envahie, des fleurs qui sont toutes hypertrophiées, et cette fois très régulièrement ; les différents organes floraux de chaque cycle offrent le même aspect et les mêmes modifications morphologiques ; jamais ils n'atteignent les dimensions qu'on leur observe à l'état hypertrophié dans les fleurs de la première catégorie ; les anthères ne sont pas atrophiées, mais offrent des phénomènes de virescence.

Enfin on peut rencontrer des fleurs dans toutes les parties desquelles le parasite provoque un arrêt de développement au lieu de produire une hypertrophie (Pl. V, fig. 11, F″) ; ces dernières sont toujours portées par un pédoncule très fortement attaqué.

On peut s'expliquer l'existence de ces trois catégories de fleurs de la manière suivante :

Celles de la première catégorie doivent être infestées directement par une ou plusieurs conidies, alors qu'elles sont à l'état de bouton ; c'est naturellement sur un sépale que germe la conidie ; ce sépale envahi va présenter une hypertrophie considérable et le parasite envahit plus ou moins les parties voisines ; les étamines étant différenciées au moment où le mycélium pénètre en elles, leurs anthères ne peuvent présenter de phénomènes de virescence qui constituent une différenciation dans un autre sens. Cette explication hypothétique prend beaucoup de force, appuyée par ce fait que l'axe floral ne présente pas trace de mycélium au-dessus ni au-dessous du pédoncule floral portant une fleur de cette catégorie.

Les fleurs de la deuxième catégorie sont envahies très jeunes par le mycélium provenant de l'axe floral attaqué et pénétrant régulièrement dans tous les organes ; il en résulte une grande régularité dans les transformations.

Dans les fleurs appartenant à la première catégorie, nous avons signalé l'atrophie possible de sépales et surtout d'étamines ; le mycélium peut, tout en ne pénétrant pas dans certains organes, détourner le courant de matières alimentaires qui y arrivent normalement ; d'où, non seulement absence d'hypertrophie, mais au contraire atrophie de ces organes ; les choses peuvent se passer de même entre l'axe floral et les fleurs qu'il porte ; si cet axe est envahi trop énergiquement, la circulation ne se fait plus jusqu'à la fleur et, alors même que le parasite pénètre dans cette dernière, il n'y peut produire d'hypertrophie, faute de matériaux nutritifs ; nous avons à faire dans ce cas à des fleurs de la troisième catégorie.

Les fleurs hypertrophiées se distinguent très nettement des autres, sans parler de leurs modifications morphologiques, par leur odeur et leur couleur. Si on les froisse entre les doigts, si même on les sent à l'état naturel, on perçoit une odeur de sulfure d'allyle très intense dans le premier cas, encore très nette dans le second, alors qu'elle est à peine sensible dans les fleurs saines ; nous verrons à quelle modification histologique correspond ce caractère dont aucun auteur ne fait mention. — Tous les organes attaqués ont une coloration verte masquée plus ou moins par les conidies blanches du *Cystopus;* cette coloration peut aussi faire place à une coloration pourpre apparaissant par places, d'abord aux nervures, et s'étendant quelquefois à toute la surface de l'organe, surtout dans les sépales et les pétales. La couleur pourpre qui semble à l'œil bien continue est en réalité déterminée par le suc cellulaire de certaines cellules sous-épidermiques isolées les unes des autres, mais suffisamment rapprochées pour que leur réunion donne l'illusion d'une teinte plate. Massalongo (1) a fait mention d'un cas semblable de coloration dans les fleurs de l'*Amaranthus retroflexus* sous l'action du *Cystopus Bliti.*

---

(1) Massalongo, Nuovo Giorn. bot. ital., 1891.

Passons à l'étude des modifications morphologiques et anatomiques introduites dans les divers organes floraux.

1° *Changements produits dans la morphologie extérieure.* — Étudions d'abord les transformations que subissent les organes hypertrophiés.

1. *Sépales.* — Sous l'influence du parasite, les sépales prennent un grand développement en surface et en épaisseur ; leur largeur augmente relativement plus que leur longueur ; ils deviennent le plus souvent assez fortement concaves du côté de leur face interne ; il n'est pas rare de remarquer à leur base une série d'appendices (Pl. V, fig. 3), sous forme de petites émergences cylindroïdes on bien de lames foliacées parallèles au sépale d'où elles partent et qui portent des poils, ainsi d'ailleurs que tout le réceptacle floral, où les nectaires peuvent disparaître et se trouver remplacés par des émergences analogues.

2. *Pétales.* — Les pétales acquièrent eux aussi une grande épaisseur et leur forme devient variable ; on peut y distinguer comme dans les fleurs saines une partie rétrécie correspondant au pétiole et un limbe élargi ; on ne reconnaît plus au contraire le pétiole dans certains cas et le limbe devient denté (Pl. V, fig. 4), ce dernier arrive même à acquérir sa plus grande largeur à sa base. La couleur jaune du limbe subsiste dans les pétales qui sont le moins attaqués, mais il apparaît le plus souvent des veines oranges correspondant aux nervures, et qui sont la première indication de cette coloration pourpre que nous avons signalée comme apparaissant d'une manière générale dans les organes hypertrophiés.

3. *Étamines.* — L'androcée nous offre de grandes modifications ; nous pouvons distinguer trois types principaux d'étamines hypertrophiées au milieu des nombreuses formes qu'elles peuvent présenter.

Dans les étamines du premier type (Pl. V, fig. 5), le filet devient très épais, relativement court ; au lieu d'une anthère dorsifixe, nous trouvons une masse continuant directement le filet, dont le contour est grossièrement rectangulaire, et sur les bords de laquelle un sillon sépare de chaque côté deux renflements représentant les sacs polliniques.

Dans les étamines du deuxième type (Pl. V, fig. 7 et 8), le filet et l'anthère sont semblables à celles du premier type, mais on remarque en plus de chaque côté l'existence d'une petite lame foliacée partant du côté interne et de la base de l'anthère ; les sacs polliniques sont eux-mêmes remplacés par des lames plus ou moins développées.

Les étamines du troisième type ne présentent plus trace de filet ni d'anthère ; elles sont transformées en une feuille dont un lobe terminal plus grand que les autres représente l'anthère (Pl. V, fig. 6), et dont les lobes latéraux sont l'équivalent des lames foliacées que nous avons vues apparaître à la base de l'anthère du deuxième type.

A côté de ces types principaux, se rangent de nombreuses formes qui leur sont intermédiaires et dont la description n'offrirait aucun intérêt ; une même fleur peut en offrir de très différentes.

4. *Pistil.* — Les carpelles hypertrophiés se rapportent à deux types.

Ceux du premier type restent soudés l'un à l'autre ; leur forme seule varie depuis ceux qui restent semblables aux carpelles sains jusqu'à ceux qui deviennent très larges et plats (Pl. V, fig. 10), le sens d'aplatissement étant perpendiculaire à la cloison des carpelles ; cette cloison manque souvent, au moins par endroits ; les ovules sont stériles et leur funicule est ordinairement renflé.

Les carpelles du second type deviennent libres et se présentent sous la forme de deux feuilles portées par un pédoncule (Pl. V, fig. 9) ; c'est une transformation que nous verrons se produire dans la même plante sous l'influence de Pucerons et que nous étudierons alors plus longuement. Quant aux organes atrophiés, ils conservent la forme qu'offrent les organes sains correspondants au moment où se produit l'arrêt de développement ; de même que certains organes sont seuls atrophiés dans une fleur alors que les autres sont au contraire hypertrophiés, certaines parties d'un même organe peuvent aussi s'atrophier alors que les autres réagissent sous l'influence du parasite; c'est ainsi que des étamines offrent des filets très renflés, surtout à la base, leurs anthères étant complètement desséchées.

2° *Changements produits dans la structure anatomique.* — Nous n'avons pas à nous occuper, dans ce chapitre, des organes atrophiés, chez lesquels il ne se produit aucune modification anatomique et qui offrent toujours la même structure que les organes sains au stade de développement où s'est produit l'arrêt de la nutrition ; à partir de ce moment ils ne font que se flétrir. Les organes hypertrophiés offrent au contraire de très grandes modifications dans leurs tissus.

1. *Tige.* — Quoiqu'il ne rentre pas dans notre plan de considérer les modifications subies par d'autres organes que ceux de la fleur, nous dirons cependant qu'une action très générale du *Cystopus* s'étend à la tige ; c'est l'apparition ou l'augmentation considérable dans tous les organes attaqués, de ces *cellules spéciales* décrites par M. Heinricher (1) chez les Crucifères et dont M. Guignard (2) a montré le rôle physiologique; ni M. Wakker ni M. Peglion n'ont remarqué cette grande abondance de cellules à myrosine qui explique l'odeur particulière que nous avons signalée plus haut comme appartenant à tous les organes attaqués. L'écorce de l'axe floral sain offre entre l'épiderme et l'endoderme des assises à chlorophylle formant un parenchyme lacuneux ; on n'y rencontre de cellules à myrosine que très rarement ; dans l'écorce de l'axe floral hypertrophié par le *Cystopus candidus* le tissu cesse d'être lacuneux et on remarque de nombreuses

---

(1) Heinricher, *Die Eiweissschläuche der Cruciferen* (Mittheil. des bot. Inst. zu Graz).

(2) Guignard, *Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères* (Journ. de bot., IV, 1890).

cellules spéciales qui ont tous les caractères que nous leur trouverons dans les organes floraux.

2. *Sépales.* — Les sépales sains offrent un épiderme supérieur à très grosses cellules (40 : 30 μ) et un épiderme inférieur à cellules fortement aplaties (30 : 5 μ); entre eux se trouvent 6 à 10 assises de cellules formant un tissu très lacuneux, sauf dans les régions des faisceaux; toutes ces cellules ont de la chlorophylle alors que les deux épidermes en sont dépourvus, comme il arrive normalement; on rencontre assez régulièrement une cellule spéciale contre chaque faisceau libéro-ligneux et une entre deux faisceaux voisins.

L'hypertrophie des sépales attaqués (Pl. V, fig. 18) a deux causes; le nombre des assises est plus grand (20 par exemple y compris les 2 épidermes), et d'autre part chacune des cellules acquiert des dimensions plus considérables; alors que le diamètre d'une cellule saine est environ de 10 μ, il atteint en moyenne 30 μ pour les sépales attaqués. Les deux épidermes sont semblables et ne sont plus différenciés comme ceux des sépales sains; leurs cellules sont au contraire sensiblement plus petites que celles du parenchyme; ces épidermes sont exfoliés par plages par les appareils conidiens qui se forment entre eux et le parenchyme. Non seulement toutes les assises du parenchyme contiennent de la chlorophylle, mais les épidermes eux-mêmes peuvent en être pourvus, quoique généralement en moins grande abondance. Le parenchyme ne présente jamais de lacunes; ses cellules sont simplement plus ou moins dissociées par le mycélium du parasite; elles offrent la même forme dans toute l'épaisseur du sépale et à peu près le même arrangement; cependant elles sont un peu plus régulièrement disposées en assises du côté de la face supérieure; on a une ébauche de tissu palissadique; le sépale en perdant sa différenciation normale acquiert en partie celle qui est propre aux feuilles ordinaires.

Les cellules spéciales (*c. sp.*) sont beaucoup plus fréquentes; il en existe jusqu'à une dizaine entre deux faisceaux consécutifs; elles possèdent les caractères qui leur ont été reconnus par M. Heinricher, entre autres leur forme allongée ordinairement dans le sens de l'organe, l'épaississement de la membrane, l'absence de chlorophylle et les granulations du protoplasma; de plus, j'ai constaté qu'elles offrent un noyau beaucoup plus gros que les autres cellules; alors que le noyau de ces dernières a environ 3 : 1 μ chez les organes sains, il atteint chez ces mêmes organes 5 : 3 μ dans les cellules à myrosine; les nucléoles s'agrandissent au moins dans les mêmes proportions. Ce noyau subit dans les deux cas une hypertrophie sous l'action du parasite; ses dimensions deviennent en moyenne 5 : 2 μ pour les cellules à chlorophylle, 10 : 5 μ pour les cellules spéciales (Pl. V, fig. 19); celles-ci ont en général dans les sépales hypertrophiés un diamètre transversal de 70 μ; dans quelques cas elles deviennent beaucoup plus grandes; on peut en rencontrer dont les deux axes transverses ont 150 μ et 50 μ, et le noyau 20 : 10 μ.

3. *Pétales.* — Le limbe des pétales sains est formé, entre les nervures, de 5 assises de cellules, dont 2 épidermiques; on n'y rencontre pas de cellules spéciales. Sous l'influence du parasite les épidermes ont leurs cellules relativement beaucoup plus petites, le nombre des assises augmente (on en compte une dizaine environ), de la chlorophylle apparaît, de nombreuses cellules à myrosine se développent; de plus il s'établit une zone palissadique très nette par la régularité des assises, qui peuvent être au nombre de 4, et l'allongement des cellules perpendiculairement à la surface du limbe. Dans la partie pétiolaire des pétales on observe en outre l'apparition de tissus secondaires dans le faisceau libéro-ligneux.

4. *Étamines.* — C'est l'androcée qui subit les plus grandes transformations. Rappelons d'abord brièvement la structure d'une étamine saine. Le filet a une section circulaire; son parenchyme cortical est lacuneux et l'épiderme est formé de cellules petites très nettement différenciées; l'anthère

possède un tissu mécanique comprenant deux massifs dont chacun correspond à une paire de sacs polliniques qui en est complètement entourée ; vers le connectif ce tissu est formé par plusieurs assises qui se réduisent à deux en avant et en arrière, à une vers la fente de déhiscence. On ne trouve pas de chlorophylle ni de cellules à myrosine dans le filet ni l'anthère.

Dans les étamines hypertrophiées par le *Cystopus candidus*, le filet est ordinairement aplati, à section grossièrement rectangulaire ; son épiderme n'est pas différencié, le parenchyme cortical n'est plus lacuneux ; toutes ses cellules ont de la chlorophylle et comme toujours des cellules spéciales apparaissent.

L'anthère peut posséder de nombreux faisceaux accessoires (*f''*) qui se forment dans le connectif et dans des lames plus ou moins développées représentant les sacs polliniques (Pl. V, fig. 12 à 14). Lorsque ces lames ne sont pas beaucoup plus distinctes du connectif que ne le sont à l'état normal les sacs polliniques, tous les faisceaux sont nettement en cercle comme dans certains pétioles (Pl. V, fig. 13) ; lorsque les lames s'individualisent davantage en s'agrandissant, les faisceaux sont disposés suivant une ellipse de plus en plus aplatie (Pl. V, fig. 12) ; enfin lorsque l'anthère est transformée en une partie médiane correspondant au connectif et en deux paires de lames qui en portent de chaque côté, la région médiane ne possède plus que le faisceau primitif; les lames qui se détachent de la région libérienne du connectif ont leurs faisceaux orientés comme le faisceau normal, celles qui se détachent de la région ligneuse ont des faisceaux symétriques par rapport aux précédents, de sorte que les deux lames sont adossées par leur face ligneuse. De même les lames que nous avons vues se détacher de la base des anthères ont leurs faisceaux orientés symétriquement par rapport au faisceau primitif; on doit les considérer comme représentant une tentative de ce dédoublement de l'anthère en deux lames parallèles.

Tout le tissu du connectif, qui est fortement épaissi, est composé de cellules riches en chlorophylle ; quelques cellules épidermiques peuvent se terminer en poils (Pl. V, fig. 13, 14). On rencontre de nombreuses cellules spéciales, quelquefois accolées, au nombre d'une douzaine, les unes contre les autres ; une même coupe peut rencontrer jusqu'à 40 de ces cellules. Dans les lames bien développées qui remplacent les sacs polliniques, on trouve en dessous de chacun des épidermes une assise en palissade très nette.

Reste à voir ce que deviennent les sacs polliniques en ce qui concerne les éléments reproducteurs.

Les transformations qu'ils subissent sont de deux sortes.

I. Certains sont arrêtés dans leur développement comme dans tous les cas que nous avons observés jusqu'ici ; les grains de pollen tendent à se former, mais n'arrivent que rarement à leur différenciation complète. Nous retrouvons ici toutes les variations dans le moment où s'effectue cet arrêt de l'évolution des cellules mâles.

1. Très rarement les sacs polliniques arrivent à être normalement constitués ; leur paroi possède un tissu mécanique ; mais ce dernier s'arrête ordinairement un peu avant la région de déhiscence où il est remplacé par un tissu parenchymateux épais qui empêche cette déhiscence ; les grains de pollen sont les uns bien constitués, les autres réduits à leur membrane.

2. D'autres sacs polliniques ont leur paroi formée de deux assises, dont une épidermique, l'assise interne n'est pas devenue assise mécanique ; les deux sont composées de cellules riches en chlorophylle ; l'assise nourricière existe encore et les grains de pollen sont tous réduits à leur membrane à l'intérieur de laquelle subsiste un peu de protoplasma avec son noyau. Ces grains de pollen sont libres ou bien sont encore accolés les uns contre les autres, ces derniers n'offrant aucune différenciation dans leur membrane.

3. Dans une troisième catégorie de sacs polliniques, on rencontre en dedans des deux assises formant la paroi une

masse protoplasmique dans laquelle on distingue les noyaux des cellules mères et des cellules nourricières qui n'ont pas été plus loin dans leur développement.

4. Enfin, dans certaines anthères (Pl. V, fig. 15) les sacs polliniques, qui deviennent très petits, présentent en leur centre cette même masse protoplasmique où les noyaux sont plus ou moins distincts, mais la paroi est constituée par quatre assises contenant toutes des grains de chlorophylle ; on a probablement dans ce cas affaire à une masse centrale représentant seulement les cellules mères des grains de pollen (*c. m.*), les deux assises internes de la paroi représentant les cellules nourricières ; les cellules de ces deux dernières assises ont une tendance à s'isoler les unes des autres, caractère qui rappellerait leur origine.

II. Le cas où les assises nourricières sont transformées en cellules à chlorophylle est une transition au second mode de transformation des sacs polliniques où toutes les cellules deviennent parenchymateuses. On rencontre, en effet, au centre de certains sacs polliniques (Pl. V, fig. 17) un massif de cellules se distinguant simplement des autres par leur taille plus grande et leur paroi plus épaisse ; tous leurs autres caractères sont ceux des cellules du connectif et de la paroi du sac formée de 4 à 5 assises ; dans quelques cas (Pl. V, fig. 16) ce massif est en outre nettement isolé du reste du parenchyme par la gélification des parois qui forment son contour ; ce sont les cellules mères des grains de pollen qui, au lieu de subir leur évolution normale ou de périr avant de l'avoir terminée, se sont différenciées en cellules végétatives. Il semble qu'elles aient échappé à la mort à la condition de ne pas entrer en lutte avec le parasite, de ne pas détourner au détriment du mycélium une partie de la nourriture qui arrive aux anthères et de se transformer en cellules capables, au contraire, de servir à la nutrition du *Cystopus*.

On observe en effet que le mycélium pénètre dans le massif formé par ces cellules parenchymateuses provenant des cellules sexuelles, alors qu'il ne se rencontre jamais dans les sacs polliniques atrophiés où il ne trouverait pas plus de nourriture que les cellules mères des grains de pollen.

Enfin, dans les lames qui remplacent les sacs polliniques, on ne voit plus trace de cellules sexuelles.

5. *Fruit.* — Nous n'ajouterons que peu de chose à ce qu'a dit M. Peglion au sujet des transformations éprouvées par la silique et qui se résument en ce qu'aucune différenciation externe relative à la déhiscence ne s'opère dans la silique attaquée. Le nombre des assises peut augmenter du simple au double ; les cellules ont les mêmes caractères que précédemment; comme toujours apparaissent de nombreuses cellules à myrosine. Les cavités ovariennes acquièrent un contour irrégulier dû à ce que des émergences naissent non seulement sur le placenta, mais aussi en toute autre région, et à ce que la cloison médiane est irrégulièrement hypertrophiée. Les ovules sont fortement grossis, surtout dans leur funicule, mais leur sac embryonnaire se flétrit de bonne heure avant que la cellule mère se soit divisée ; on rencontre quelques cellules spéciales dans le funicule, les téguments et même le nucelle.

Capsella Bursa-pastoris Mœnch.

Attaqué par le *Cystopus candidus Lév.*

Les phénomènes présentés par le *Raphanus Raphanistrum*, le *Turritis glabra*, le *Sisymbrium officinale*, sont tout à fait comparables à ceux que nous venons de décrire chez le *Sinapis arvensis.*

Nous n'y trouvons que des différences de détail qui n'ont pas d'intérêt et qui tiennent à la nature différente de l'hôte. Il n'en est pas de même pour le *Capsella Bursa-pastoris*, où l'hypertrophie est beaucoup moins considérable.

On voit souvent apparaître dans les parties attaquées une couleur rouge vineux qui appartient quelquefois normalement aux silicules au voisinage de leur maturité ; les sépales et pétales deviennent deux ou trois fois plus longs et plus larges; leur épaisseur s'accroît aussi, par suite des boursouflures produites par les appareils conidiens se développant en dessous de l'épiderme qu'ils exfolient, et par suite de l'hypertrophie de leurs cellules (elles ont environ 30 μ de diam. au lieu de 8 μ); mais le nombre des assises constituant ces organes ne devient pas sensiblement plus grand. Les épidermes ne sont pas différenciés comme dans les organes sains; toutes les cellules du parenchyme deviennent à peu près semblables entre elles, comme chez le *Sinapis arvensis*. Ce qui distingue surtout le nouvel hôte, c'est que les sépales et pétales qui possèdent normalement des cellules à myrosine (développées surtout dans les sépales au niveau de la nervure médiane) non seulement n'en possèdent pas davantage quand ils sont attaqués par le *Cystopus*, mais n'en offrent plus trace. Ces cellules n'apparaissent pas non plus dans les étamines ni les carpelles.

Les étamines ne présentent jamais le phénomène de virescence; elles offrent un filet très boursouflé par les appareils conidiens et une anthère, de forme souvent très irrégulière, non déhiscente; les sacs polliniques subissent toujours une partie de leur évolution normale, et on retrouve ici les mêmes arrêts de développement que nous avons signalés dans plusieurs cas précédents; ils peuvent avoir des dimensions très variables dans une même anthère. On peut, dans un même sac pollinique, observer des grains de pollen bien constitués et d'autres atrophiés. Comme toujours le mycélium ne pénètre pas dans l'intérieur des sacs polliniques. L'anthère est quelquefois dédoublée, le connectif est pourvu de deux faisceaux et outre les deux paires normales de sacs polliniques, il existe entre elles un ou deux sacs polliniques supplémentaires.

La silicule attaquée prend des formes irrégulières et peut s'allonger beaucoup jusqu'à pouvoir mériter le nom de silique; elle ne présente pas les différenciations de tissu qui la rendent normalement déhiscente.

Il arrive souvent que le *Cystopus candidus* soit accompagné d'un autre parasite, le *Peronospora parasitica;* je n'ai pas eu l'occasion d'observer d'organes attaqués seulement par cette dernière Péronosporée, et lorsque je l'ai vue alliée au *Cystopus candidus*, je n'ai remarqué aucune différence dans les transformations morphologiques ou anatomiques subies par les organes floraux de l'hôte.

RÉSUMÉ RELATIF AU CYSTOPUS CANDIDUS.

Contrairement à ce que nous avons signalé chez les plantes attaquées par des *Peronospora*, nous observons ici :

1° *Des changements très notables dans la constitution des cellules* (*forme*, *dimensions*, *contenu*) ;

2° *Dans leur arrangement*, qui devient sensiblement le même, quel que soit l'organe ;

3° *Une localisation différente d'un principe spécial*, *la myrosine;*

4° *L'évolution possible des cellules sexuelles mâles en cellules végétatives.*

Toutes ces modifications peuvent se résumer dans le remplacement des différenciations particulières aux divers organes par une différenciation unique, faisant de tous ces organes un appareil de nutrition pour le parasite.

CHAPITRE SECOND

CÉCIDIES PRODUITES PAR DES URÉDINÉES.

Viola silvestris Lam.

Attaqué par le *Puccinia Violæ Schum.*
(Planche VI, fig. 1 à 11).

On rencontre fréquemment plusieurs espèces de *Viola* dont les tiges et les feuilles sont attaquées par cette Puccinie qui y détermine des renflements dans les régions où se développent les spores. Les pieds de *V. silvestris* envahis m'ont semblé toujours porter autant de fleurs que ceux qui restent indemnes; ces fleurs sont ordinairement saines, mais chez les individus où le parasite prend un grand développement elles peuvent aussi être attaquées et subissent de ce fait diverses transformations. Les fleurs peuvent garder leur plan normal de structure ou le modifier, d'où deux cas à distinguer :

1° *Le plan floral n'est pas modifié.* — C'est le cas général; le pédoncule floral et le calice sont fortement renflés; les sépales, qui sont à l'état sain (Pl. VI, fig. 1) aigus et minces, deviennent lorsqu'ils sont attaqués, très larges à leur base, en même temps qu'ils s'épaisissent beaucoup (Pl. VI, fig. 2).

Les æcidiospores se forment surtout sur le calice et le pédoncule, en moins grande quantité sur les pétales, étamines et carpelles. C'est le pétale antérieur qui est ordinairement le plus attaqué, et dans la partie qui forme l'éperon; ce dernier est à l'état normal (Pl. VI, fig. 3) blanc et légèrement conique; il épaissit beaucoup ses parois (Pl. VI, fig. 4), la cavité que celles-ci délimitent devient beaucoup plus vaste (son diamètre peut tripler) et plus cylindrique; cet éperon prend une couleur verte intense, sa surface est moins régulière et se plisse légèrement, de sorte que l'orifice de l'éperon n'a pas un contour régulièrement circulaire, mais plus ou moins sinueux. Le reste du pétale reste en grande partie violet, mais peut offrir quelques plages vertes, ordinairement celles qui présentent des æcidiums. Il en est de même pour les autres pétales qui verdissent souvent suivant un de leurs bords, en devenant plus étroits et plus pointus; il n'est pas rare en outre que les deux pétales postérieurs soient fortement réduits.

Les étamines ont leur connectif plus épais et vert, les deux antérieurs qui possèdent à l'état normal (Pl. VI, fig 5) un long prolongement du connectif pénétrant dans la cavité de l'éperon formé par le pétale antérieur, ne le présentent plus qu'à l'état d'une simple bosse du connectif (Pl. VI, fig. 6), ou en sont complètement dépourvues. Certaines étamines se transforment partiellement ou totalement en pétales; nous verrons plus loin un exemple d'une telle pétalodie.

Les étamines restent adhérentes autour du pistil, longtemps après que la fleur s'est flétrie, alors qu'elles tombent de très bonne heure à l'état normal; cette adhérence doit être due à l'hypertrophie des tissus de leur base, hypertrophie parasitaire qui entraîne toujours une vie plus longue des cellules.

Ce sont les carpelles qui sont le moins modifiés; ils conservent leur forme et leurs dimensions, bien qu'attaqués par le parasite. Les graines peuvent se développer normalement et arriver à leur maturité.

2° *Le plan floral est modifié.* — Parmi les très nombreuses fleurs que j'ai pu observer (elles provenaient des bois d'Orsay et de Sèvres), je n'en ai rencontré que deux dont le plan de structure était transformé. Je décrirai celle de ces fleurs qui avait subi les changements les plus considérables.

En dedans du calice, qui offrait les caractères ordinaires des sépales envahis par le parasite, se trouvaient 13 pétales au lieu de 5, d'où l'apparence d'une fleur double ; sur ces 13 pétales, on reconnaissait facilement les 5 externes pour les pétales normaux ; l'antérieur présentait un éperon très attaqué et très vert ; sur les 8 autres, 7 doivent être considérés comme des pétales surajoutés dont le schéma de la planche VI (fig. 11) indique la disposition. Il est impossible de reconnaître d'une façon nette dans cette fleur adulte une loi de développement pour les pétales, qui apparaissent peut-être, en effet, sans ordre ; cependant, il semble que les 5 plus externes forment un cycle dans lequel le pétale postérieur est alterne avec les pétales postérieurs du cycle externe normal ; si les autres ne sont pas exactement alternes avec les pétales du premier cycle, ou même leur sont superposés, cela tient peut-être à des déplacements produits par le développement du parasite. Les deux derniers pétales semblent à leur tour alternes avec des pétales du second cycle. Ces pétales supplémentaires ont des formes variées ; aucun ne possède d'éperon et plusieurs sont parfaitement symétriques, ce qui n'arrive dans les fleurs normales que pour le pétale antérieur ; ils sont complètement violets ou bien offrent quelques plages vertes, surtout sur un de leurs bords et à leur extrémité.

Enfin, le douzième pétale est constitué par une des cinq étamines normales transformée dans une de ses moitiés ; on reconnaît, en effet, à la base de ce pétale, une paire de sacs polliniques se prolongeant à son extrémité par une petite lame membraneuse tout à fait semblable à celle qui termine les anthères normales ; l'autre paire de sacs polliniques, avec sa lame membraneuse, s'est transformée en une lame violette ayant tous les caractères d'un pétale. Les quatre autres étamines gardaient leurs caractères ordinaires. Cette pétalodie des étamines est à rapprocher du fait observé par M. Giard dans la Saponaire attaquée par l'*Ustilago Anthera-*

rum, qui présente quelquefois alors une duplicature par transformation des étamines en pétales.

Le pistil est formé de 4 carpelles, dont 2 sont libres suivant un de leurs bords ; et l'un de ces carpelles a son bord libre transformé en une moitié d'étamine.

M. Fentzling (1) a étudié les modifications anatomiques que présentent les feuilles de *Viola odorata* attaquées par le *P. Violæ* et a montré qu'elles consistent surtout dans la dissociation du tissu en palissade ; l'auteur ne s'est pas occupé de la fleur.

Les sépales sains (Pl. VI, fig. 7) offrent, en coupe transversale, deux épidermes dont la cutine est très développée, et 5 à 6 assises de parenchyme dont les cellules contiennent de nombreux grains de chlorophylle. La cutine des cellules épidermiques disparaît dans les sépales attaqués (Pl. VI, fig. 8), dont l'épaisseur augmente beaucoup ; les cellules du parenchyme sont très hypertrophiées, et c'est plus par l'hypertrophie de chacune de ces cellules que par la multiplication du nombre des assises qu'est déterminé l'épaississement des sépales ; la chlorophylle existe encore, mais en grains beaucoup plus petits (Pl. VI, fig. 9 et 10) et elle peut se raréfier beaucoup vers la région centrale du parenchyme ; le noyau peut augmenter du simple au double, il est plus clair, sa chromatine en grains plus diffus, et le nucléole, très apparent, prend de grandes dimensions.

Le mycélium de l'Urédinée se développe entre les cellules et pénètre à leur intérieur par des prolongements ; dans les cellules ainsi directement attaquées, on voit le filament mycélien se diriger vers la région du noyau, qu'il peut entourer étroitement, et on observe alors assez souvent que le noyau s'est divisé ; il peut y avoir deux causes à la présence de deux noyaux dans ces cellules. Ou bien il est permis de rapporter ce phénomène aux cas nombreux (nous en rencontrerons plusieurs) où des cellules se divisent pour résister à une action parasitaire ; ici cette division se bornerait à la multiplication des noyaux. Ou bien le mycélium a pénétré dans des cellules en voie de division, et les deux noyaux ont pu se former, la cloison ayant été empêchée de se développer par la présence du suçoir.

---

(1) Fentzling, *Untersuchungen der Veränderungen welche bei einigen Pflanzen durch Rostpilze hervorgerufen werden.* Freiburg i. B. 1892.

Les faisceaux libéro-ligneux apparaissent plus nettement distincts du parenchyme chlorophyllien dans les sépales attaqués, les vaisseaux du bois gardant leur calibre et les cellules du liber et du conjonctif s'accroissant relativement peu.

Les pétales ne sont hypertrophiés que dans les parties attaquées directement par la Puccinie. L'éperon du pétale antérieur, par exemple, au lieu de présenter 4 ou 5 assises, y compris les deux épidermes, peut être constitué par 10 assises ; la cutine des cellules épidermiques externes est beaucoup plus faiblement développée ; de la chlorophylle apparaît dans tout le parenchyme, surtout dans les cellules sous-épidermiques.

Les anthères, qui acquièrent aussi des grains de chlorophylle dans leur connectif, offrent en général des sacs polliniques bien constitués, avec assise mécanique bien différenciée et grains de pollen normaux. Lorsque de nombreux æcidiums se développent sur le connectif et dans la partie externe des sacs polliniques, les grains de pollen s'atrophient et sont réduits à leur paroi ; je n'en ai jamais rencontrés qui soient arrêtés à un stade plus jeune de leur développement.

La paroi des carpelles ne subit de modifications que dans le voisinage immédiat des rares æcidiums qui s'y développent ; les ovules ne sont en général pas envahis par le mycélium et se développent normalement en graines.

En résumé, l'attaque des fleurs du *Viola silvestris* par le *Puccinia Violæ* amène, outre l'hypertrophie des pédoncules floraux, les modifications suivantes :

1° L'*hypertrophie des sépales et des pétales*, par l'hypertrophie de chacune des cellules et l'augmentation du nombre de ces cellules. Le noyau s'agrandit et peut se diviser sous l'action du parasite, son nucléole devient très gros.

2° La *sépalodie des pétales.*

3° La *réduction de l'éperon des étamines antérieures.*

4° La *pétalodie des étamines.*

5° L'*atrophie des cellules sexuelles mâles.*

6° La *staminodie des carpelles.*

7° L'apparition de *pétales supplémentaires* produisant la duplicature de la fleur.

Anemone nemorosa L.

Attaqué par l'*Æcidium leucospermum D.C.*

(Planche VI, fig 12 à 15).

Plusieurs espèces d'Anémones sont attaquées par des Urédinées et subissent des modifications morphologiques en rapport avec la présence de ces parasites. C'est ainsi que M. G. Bonnier (1) dit à propos de l'*Anemone nemorosa :* « Il n'est pas rare de rencontrer des exemplaires d'*Anemone nemorosa* attaqués par l'*Æcidium Anemones*, et dont les sépales déformés sont souvent creusés en cornet, comme les sépales de *Myosurus*, et les pétales d'Ancolie. » Cohn (2) signale aussi des cas où l'*Æcidium leucospermum* attaque les sépales de cette Anémone, et où ceux-ci restent verts dans le voisinage du parasite. Ces cas sont exceptionnels et le plus souvent l'*Anemone nemorosa* attaqué par l'*Æc. leucospermum* ne développe pas de fleurs. M. Magnin (3) a montré qu'il en est de même pour l'*Anemone ranunculoides;* ce même auteur (4) a d'ailleurs décrit et figuré un exemplaire d'*Anemone nemorosa* portant une fleur attaquée par le parasite.

---

(1) G. Bonnier, *Renonculacées de la flore de France* (Rev. g. de bot., I, p. 393).

(2) Cohn, *Crypt. Fl. von Schlesien*, III, 1, p. 343.

(3) Magnin, *Castration parasit. de l'Anemone ranunculoides par l'Æc. leucospermum* (Compt. rend. 1890, 28 avril).

(4) Magnin, *Castration chez les Anémones et les Euphorbes* (Bull. sc. du Nord de la Fr., XXIII, p. 412).

Le *Puccinia fusca* (s'il forme toutefois, comme le pense Plowright, une espèce distincte de l'*Æc. leucospermum*) et une Ustilaginée, l'*Urocystis Anemones*, déterminent aussi la stérilité des pieds d'*Anemone nemorosa*.

J'ai rencontré dans la forêt de Sénart et les bois de Sèvres un grand nombre de pieds d'*Anemone nemorosa* attaqués par l'*Æc. leucospermum*, et sur plusieurs centaines que j'ai observés je n'en ai trouvé que deux qui avaient leurs fleurs développées; tous les organes floraux étaient envahis par le parasite; les sépales étaient complètement verts et portaient de nombreux æcidiums.

Leur constitution anatomique (Pl. VI, fig. 13) est très différente de ce qu'elle est pour les sépales sains (Pl. VI, fig. 12). Ces derniers présentent un épiderme interne papilleux, trois assises de parenchyme, dont les cellules contiennent de très petits grains de chlorophylle et laissent entre elles des méats relativement peu développés, et un épiderme externe à cellules aussi hautes que larges. Les sépales modifiés par le parasite ont leurs deux épidermes formés par des cellules très aplaties; leur parenchyme est constitué par six à sept assises de cellules; celle qui est en dessous de l'épiderme interne forme une zone palissadique très nette, les autres un tissu lacuneux; en un mot, les sépales se rapprochent anatomiquement des feuilles. Toutes les cellules du parenchyme (Pl. VI, fig. 14) acquièrent un très gros noyau (12 μ de long au lieu de 4 μ) et de nombreux grains de chlorophylle, développés particulièrement autour des æcidiums et sur les bords des sépales.

Les étamines offrent souvent de la chlorophylle dans leur connectif qui se dessèche de bonne heure. Les grains de pollen sont bien constitués ou réduits à leur membrane; l'assise mécanique est le plus souvent normalement développée, mais peut aussi faire défaut.

La chlorophylle devient plus abondante dans la paroi des carpelles; elle apparaît jusque dans le tégument de l'ovule, qui se dessèche sans être fécondé; dans quelques cas l'albumen commence à se développer sans qu'il y ait formation d'embryon. Des spermogonies peuvent se former jusque dans le tégument de l'ovule.

Euphorbia Cyparissias L.

Attaqué par l'*Uromyces scutellatus Schrank* et l'*U. præminens* (*Duby*) *Lév.*

On a remarqué depuis longtemps que certains pieds d'*Euphorbia Cyparissias* offrent un aspect tout particulier; les anciens auteurs n'avaient pas rapporté à une cécidie cette forme spéciale et en avaient fait une espèce sous le nom d'*E. degenerata*. On reconnut plus tard que c'était à l'attaque de différents *Æcidium* qu'était due cette transformation qui est trop connue pour qu'il soit nécessaire de la décrire ici à nouveau. Frank (1) ajoute que les tiges attaquées ne donnent jamais de fleurs; M. Magnin (2) a signalé la présence de certains de ces pieds fleuris; il se passe ici le même phénomène que pour l'*Anemone nemorosa* attaqué par l'*Æcidium leucospermum* qui est le plus souvent privé de fleurs, mais qui en porte dans quelques cas; chez les deux plantes,les fleurs qui se développent accidentellement, probablement sur les tiges attaquées le plus tardivement, sont infestées aussi par le parasite.

Nous renvoyons, pour tout ce qui concerne l'étude des tiges et feuilles attaquées, au travail de M. Fentzling (bien que le parasite soit alors l'*Ur. Pisi Pers.*).

J'ai trouvé, près du laboratoire de Fontainebleau, de nombreux pieds de cette Euphorbe attaqués par l'*Ur. scutellatus* et l'*Ur. præminens*, et plusieurs d'entre eux portaient des fleurs; que l'attaque soit produite par l'une ou l'autre de ces deux espèces, les phénomènes observés étaient les mêmes. Les rameaux florifères qui partent de la partie supérieure de la tige principale fleurs restent courts; les bractées florales sont moins développées, mais plus épaisses et restent appliquées contre les fleurs, de sorte que l'inflorescence est plus ramassée, plus compacte; certains de ces rameaux secondaires, que leur position désigne pour être des rameaux florifères, ne développent que des feuilles; sur les bractées et tous les organes floraux apparaissent les appareils reproducteurs du parasite.

---

(1) Frank, *Die Krankheiten der Pflanzen*, 1880, p. 471.

(2) Magnin, *Castration des Anémones et des Euphorbes* (Bull. sc. Nord Fr., XXIII, p. 412.)

L'inflorescence saine forme une cyme bipare; la première fleur, celle qui termine l'axe initial, n'offre que des étamines; toutes les autres possèdent à la fois des étamines et des carpelles. Dans les inflorescences attaquées, la première fleur peut avorter complètement, on ne trouve aucun organe à l'intérieur de la corolle: quelquefois les étamines ayant avorté, on observe des carpelles qui ne tardent pas à se dessécher; cette fleur, normalement mâle, a été transformée en fleur femelle. Le plus souvent les étamines subsistent en nombre inférieur ou égal à ce qu'il est dans les fleurs saines, et de plus apparaissent les trois carpelles, qui existent normalement dans les autres fleurs; il se passe ici quelque chose d'analogue à ce qui a été signalé par MM. Giard et Magnin (1) dans les fleurs femelles du *Lychnis dioica* attaquées par l'*Ustilago Antherarum*, et transformées en fleurs hermaphrodites; ici ce sont des fleurs mâles que la présence d'une Urédinée rend hermaphrodites, et dans ce dernier cas le mécanisme et la signification de la transformation sont plus difficiles à comprendre que dans le premier, où le mycélium parasite provoque le développement du seul organe dans lequel il doit former ses spores.

Les fleurs portées par les pédoncules secondaires conservent toujours leurs carpelles: le nombre de leurs étamines diminue ordinairement, il arrive même assez fréquemment qu'on n'en rencontre plus du tout. Le parasite tend donc à faire disparaître les organes mâles, et non seulement il ne détermine pas la disparition des organes femelles, mais il en provoque le développement dans des fleurs qui n'en possèdent normalement pas.

---

(1) Giard et Magnin, *Notes sur la castr. par. du Lychnis dioica* (Bull. sc. Nord Fr., II, p. 150.)

La corolle de toutes les fleurs subit une réduction plus ou moins accentuée ; les pétales attaqués peuvent rester trois ou quatre fois plus petits que les pétales sains ; dans quelques cas ils deviennent libres ; leurs glandes en croissant sont très réduites ou peuvent ne pas se former du tout ; les poils que porte le bord libre des pétales normaux disparaissent dans les pétales attaqués.

Les modifications anatomiques sont de même ordre que celles que nous venons de signaler pour le *Viola silvestris* attaqué par le *Puccinia Violæ*. Les pétales dont le limbe est formé normalement par cinq à six assises de cellules en acquièrent une douzaine ; chacune des cellules est plus grande ; son noyau s'est agrandi dans les mêmes proportions que la paroi ; des grains de chlorophylle apparaissent dans le parenchyme. Les étamines ont leur filet et leur connectif épaissis, à la manière des feuilles, des bractées, des pétales et des carpelles ; on trouve toutes les transitions entre les sacs polliniques arrêtés dans leur développement alors qu'ils ne contenaient que les cellules mères des grains de pollen et les sacs polliniques normalement constitués, avec assise mécanique et grains de pollen ; lorsque les cellules mères s'atrophient, les cellules formant la paroi du sac pollinique peuvent se diviser et former quatre à cinq assises.

Les carpelles présentent des ovules, souvent peu développés, qui ne donnent jamais de graines ; les spermogonies peuvent se former jusque dans les téguments ; quelquefois sur les trois carpelles deux sont à moitié libres, de sorte que l'ovaire ne présente qu'une loge fermée. M. Magnin a signalé dans les pieds d'*Euphorbia Cyparissias* transformés par ces *Uromyces* une odeur miellée très forte, l'auteur pense qu'elle répond à une sécrétion qui remplacerait la sécrétion normale du nectar. Je n'ai pas pu étudier cette sécrétion, n'ayant à ma disposition, au moment où je voulais le faire, que des matériaux conservés dans l'alcool ; mais il m'a été possible de déterminer où était localisée une autre substance, dont l'odeur est très comparable à celle qu'exhale l'Euphorbe attaquée, et qui se forme dans les feuilles du *Cirsium arvense Scop.* envahies par le *Puccinia suaveolens Pers.*

Si l'on observe une de ces feuilles au moment où il ne se développe encore que des spermogonies, on trouve dans les cellules épidermiques des deux faces, surtout dans les régions où se forment les æcidioles, et plus dans les cellules stomatiques que dans les autres, une série de globules très réfringents, de dimensions variées, se colorant en brun foncé par l'acide osmique, solubles dans l'alcool; les feuilles saines n'en présentent pas trace, non plus que les feuilles attaquées qui sont couvertes de téleutospores et qui, à cette période du développement du parasite, n'ont plus aucune odeur. Les spermogonies contiennent vers chacune de leurs extrémités une gouttelette huileuse qui a les mêmes caractères que celles qui apparaissent dans les cellules épidermiques de l'hôte.

C'est à une substance analogue, se formant d'une façon comparable, que doit se rapporter l'odeur des pieds d'Euphorbe attaqués par des *Uromyces*. S'il en est bien ainsi, il nous semble difficile de regarder cette sécrétion, se produisant à l'intérieur même des spores, comme une fonction corrélative de celle de la production du nectar (1).

En résumé, les *Uromyces scutellatus* et *præminens* déterminent dans les *fleurs* d'*Euphorbia Cyparissias* se développant accidentellement :

1° La *transformation des fleurs mâles en fleurs femelles ou*

---

(1) *Note ajoutée pendant l'impression.* Je viens de recueillir des pieds d'*Euphorbia Cyparissias* attaqués par l'*Uromyces scutellatus* et j'ai pu constater que l'odeur miellée qu'ils dégagent correspond bien à la formation de gouttelettes huileuses, comparables à celles que j'ai observées dans les feuilles du *Cirsium arvense* attaqué par le *P. suaveolens;* mais pour l'*Euphorbia Cyparissias*, je ne les ai rencontrées que dans les filaments des æcidioles et dans les spermogonies; je ne les ai pas vues apparaître dans les cellules épidermiques de l'hôte.

hermaphrodites, *celle des hermaphrodites en fleurs femelles ;*

2° L'*atrophie des cellules sexuelles* mâles et femelles;

3° L'*hypertrophie du parenchyme* de tous les organes.

L'*Euphorbia exigua L.* attaqué par le *Melampsora Helioscopiæ* (*Pers*) *Cast.* ne présente aucune hypertrophie ; les fleurs se forment toujours, mais sont arrêtées plus ou moins tard dans leur développement, et l'arrêt peut être très précoce (les cellules mères avortent, les ovules ne sont pas fécondés) ; les fleurs peuvent au contraire présenter des grains de pollen normaux et des graines bien constituées.

CHAPITRE TROISIÈME

CÉCIDIES PRODUITES PAR DES USTILAGINÉES.

On sait que les Ustilaginées, dont le mycélium envahit toute la plante qui les nourrit, forment leurs spores dans des régions variant avec les différentes espèces, mais bien déterminées pour chacune ; c'est ainsi que certains se développent dans la gaine des feuilles de Graminées (*Urocystis occulta Wall.*), d'autres dans la fleur tout entière (*Ustilago segetum Bull.*), d'autres dans le réceptacle floral (*Ust. Receptaculorum Fr.*), d'autres exclusivement dans les anthères; celles dont nous allons étudier l'action se rapportent à ce dernier groupe.

Lychnis dioica L.

Attaqué par l'*Ustilago Antherarum Tul.*

(Pl. VI, fig. 16 et 17).

MM. Giard et Magnin (1) ont montré que les fleurs femelles atteintes par ce parasite développent leurs étamines, en même temps que le pistil subit une réduction; le mycélium détermine la formation d'organes qui existent à l'état latent et dans lesquels les spores doivent se constituer. A la maturité des anthères ainsi envahies, les sacs polliniques contiennent, au lieu de pollen, une poussière violacée formée par les spores; j'ai cherché à déterminer de quelle façon les spores remplacent les cellules sexuelles.

Le mycélium pénètre à l'intérieur du sac pollinique alors que celui-ci contient les cellules mères des grains de pollen ; il isole au centre le massif de ces cellules mères, se développe abondamment, et forme ses spores (*sp.*) entre elles et les cellules de la paroi du sac pollinique ; il digère les cellules nourricières et de place en place certaines des cellules constituant l'assise mécanique. La digestion des cellules mères, comme celles des cellules plus externes, commence par la disparition de la paroi cellulosique; les filaments mycéliens pénètrent alors dans la cellule et digèrent devant eux le protoplasma et son noyau; ce dernier peut d'abord s'hypertrophier beaucoup au préalable et acquérir un gros nucléole très net (fig. 16, *c. m.*); puis il prend une forme irrégulière, sa chromatine devient diffuse et il disparaît peu à peu au contact du mycélium.

---

(1) Giard et Magnin, *Notes sur la castration parasitaire du Lychnis dioica L.* (Bull. sc. Nat. de Fr. et Belg. II, p. 150.)

Telle est la marche générale du phénomène, mais elle peut présenter de nombreuses irrégularités.

Les cellules mères peuvent, avant d'être absorbées par le parasite, subir les mêmes phénomènes que ceux que nous avons observés dans les sacs polliniques atrophiés, c'est-à-dire périr faute de matériaux nutritifs; dans ce cas elles ne sont même pas toujours digérées par le mycélium et leur massif se dessèche au milieu des spores. Le même phénomène peut se produire pour des cellules plus externes.

L'assise mécanique subsiste en général, bien que digérée en certains points; elle prend les ornements fibreux caractéristiques, mais ordinairement en moins grand nombre. Parfois les cellules de l'assise nourricière résistant au mycélium s'accolent par places à l'assise mécanique et en prennent ou non les caractères (fig. 17, *c.n.*). Le connectif subit aussi une digestion dans la région qui borde les sacs polliniques, et où ne se différencient pas de cellules fibreuses.

Saponaria officinalis L.

Attaqué par l'*Ustilago Antherarum Tul.*

Comme pour le *Lychnis dioica* les boutons attaqués sont reconnaissables à ce qu'ils sont renflés dans la partie correspondante aux anthères; l'entrenœud sépalopétalaire est très raccourci.

Les spores remplacent les cellules mâles par digestion, et la marche générale du phénomène n'est pas différente de ce qu'elle est pour le *Lychnis;* mais il arrive souvent de plus que les cellules qui sont en dessous de l'assise mécanique prolifèrent par endroits; on peut ainsi compter en dessous de l'épiderme jusqu'à 6 assises de cellules qui ont pris les caractères de cellules de parenchyme et qui sont restées inattaquées par le mycélium; cette division semble être une tentative de résistance à l'invasion du parasite.

Les cellules épidermiques et sous-épidermiques prennent ordinairement des formes différentes de celles qu'elles possèdent à l'état normal; les cellules épidermiques, au lieu d'être légèrement papilleuses, s'aplatissent beaucoup (leurs dimensions sont 45 : 15 μ au lieu de 30 : 25 μ); les cellules de l'assise mécanique, dont les ornements sont bien moins développés, sont plus petites (en moyenne 20 : 12 μ au lieu de 40 : 18 μ).

Dianthus sinensis L. (**double**).

Attaqué par l'*Ustilago Antherarum Tul.*

J'ai rencontré aussi cette Ustilaginée sur des fleurs doubles d'Œillet, où les anthères n'étaient pas seules attaquées, mais aussi les carpelles. Tous les sacs polliniques étant remplis de spores, apparaissent très nettement sur le bord des anthères pétaloïdes, alors même qu'ils y sont très peu développés. Comme pour la Saponaire, on constate une multiplication des cellules formant la paroi des sacs polliniques. Les carpelles sont envahis dans le voisinage des placentas; il se forme par la digestion des cellules d'assez grandes cavités où se forment les spores; le mycélium peut même envahir les ovules; les cellules à son contact hypertrophient beaucoup leur noyau; elles se cloisonnent assez activement dans certains cas et s'allongent beaucoup, perpendiculairement au contour de la région attaquée; elles peuvent aussi périr et présenter les mêmes phénomènes que, dans certains cas, les cellules mères des grains de pollen du *Lychnis*.

Il est intéressant de remarquer que dans ces fleurs doubles, l'attaque de l'Ustilaginée est moins localisée et que les organes femelles sont envahis.

Knautia arvensis Coult.

Attaqué par l'*Ustilago Flosculorum Tul.*
(Pl. VI, fig. 18).

Les fleurs envahies sont très renflées à l'état de boutons et ceux-ci deviennent très saillants sur le capitule. Leurs anthères attaquées sont celles qui m'ont présenté le plus nettement les phénomènes de digestion des cellules internes des sacs polliniques; le mycélium pénètre entre les parois des cellules, les dissocie, digère ces parois, puis le protoplasma et le noyau, ce dernier perdant son contour et se reconnaissant longtemps à des traînées irrégulières de chromatine (*c.m.*), qui disparaissent à leur tour. L'assise mécanique est surtout développée vers la fente de déhiscence; dans les régions plus voisines du connectif, elle ne forme ordinairement pas ses ornements lignifiés, ou fort peu pour chaque cellule, et seulement dans des cellules isolées; elle peut être aussi digérée et la paroi réduite à l'épiderme. Les ovules sont fécondés et les graines se développent toutes normalement.

Scabiosa Succisa L.

Attaqué par l'*Ustilago Succisæ Magnus.*

Les modifications extérieures sont les mêmes que pour le *Knautia*. Ce qui distingue l'attaque de cette plante est l'époque relativement tardive à laquelle elle se produit; on retrouve en effet au milieu des spores mûres des grains de pollen réduits à leur membrane; le mycélium ne s'est développé qu'aux dépens des cellules nourricières qui devaient servir à la formation des grains de pollen. La paroi est formée, beaucoup plus régulièrement que dans les cas précédents, par une assise épidermique et une assise mécanique à ornements moins nombreux ; la digestion de cette dernière n'a pu se produire, parce que ses cellules étaient bien différenciées et que leur paroi épaisse a résisté à l'attaque du mycélium.

Ces exemples de castration parasitaire seront, parmi ceux que nous rencontrerons dans ce travail, les seuls où le parasite se développe aux dépens des cellules sexuelles elles-mêmes, auxquelles il substitue ses organes reproducteurs; nous avons à faire ici, comme dans le cas de l'attaque des ovaires de Graminées par des *Claviceps*, à une castration parasitaire *directe*, au sens où l'a définie M. Giard.

DEUXIÈME PARTIE

ZOOCÉCIDIES

CHAPITRE QUATRIÈME

CÉCIDIES FLORALES PRODUITES PAR DES APHIDES.

Il existe de nombreux mémoires ou notes de Systématique concernant les cécidies florales produites par des Aphides, mais n'intéressant que très indirectement notre sujet. Le seul mémoire qui s'y rapporte est celui de Peyritsch (1) qui donne les résultats qui lui ont été fournis par différentes espèces d'*Arabis*, infestées artificiellement par un Puceron ; il a montré que des phénomènes de virescence pouvaient être produits par ces animaux dans les fleurs où ils vivent.

Arabis sagittata D. C.

Attaqué par un *Aphis*

(Planche IX).

Les pieds d'*Arabis sagittata* attaqués par ce Puceron changent complètement d'aspect ; alors que les pieds sains (Pl. IX, fig. 1) ont un axe florifère très allongé, portant peu de rameaux secondaires, garni dans sa partie inférieure, où les fleurs sont fanées, de longues siliques, dans sa partie supérieure de fleurs et de boutons à sépales verts et à pétales blancs, les individus attaqués (Pl. XI, fig. 2), possèdent un axe florifère beaucoup plus court dont les nœuds sont très rapprochés et dont les rameaux secondaires prennent une grande importance ; toutes les fleurs de l'axe principal et des axes secondaires s'épanouissent au même niveau, leurs pédoncules allongés et sinueux s'entremêlent ; leur ensemble, au lieu de former l'inflorescence élancée, grêle, que l'on connaît à cette espèce, donne une masse globuleuse, souvent colorée en rouge violacé, dans laquelle vivent les Pucerons ; lorsque la plante est attaquée de bonne heure, cette inflorescence compacte peut être entourée par les feuilles radicales et l'individu mesure à peine 8 centimètres de haut, les individus sains atteignant jusqu'à 60 centimètres. La coloration que nous venons de signaler comme se développant sous l'influence du Puceron, apparaît sur la tige, les feuilles et toutes les parties florales, surtout chez les individus exposés au soleil.

---

(1) Peyritsch, *Zur Ætiologie der Chloranthien einiger Arabisarten* (Pringsh. Bot., 1881, XIII, p. 1-22).

Une autre modification générale consiste dans le développement de nombreux poils sur toutes les parties attaquées ; la tige et la feuille qui normalement portent des poils simples, assez clairsemés, deviennent très garnis de ces mêmes poils et de quelques autres à deux branches, ordinairement dans le prolongement l'une de l'autre (poils en T) ; les sépales en sont à l'ordinaire complètement dépourvus ; les pétales sur leurs bords (Pl. IX, fig. 12), les filets et surtout les carpelles sont garnis sur toute leur surface des deux sortes de poils, mais avec prédominance de ceux de la seconde catégorie (*p.*).

Les fleurs restent beaucoup plus longtemps épanouies que les fleurs normales ; quand la silique se développe comme à l'ordinaire, les sépales, pétales et étamines ne sont pas flétris alors que la silique a atteint sa taille définitive (Pl. IX, fig. 4), et lorsque ces organes se flétrissent ils restent cependant adhérents au réceptacle.

Les sépales changent peu de forme ; ils s'allongent dans une faible proportion ; les pétales au contraire peuvent atteindre une longueur double de leur longueur normale ; ils acquièrent souvent un onglet net, leur nervation se complique légèrement, leur surface devient irrégulièrement ondulée ; les étamines allongent beaucoup leurs filets, et les anthères sont toujours atrophiées, indéhiscentes ; tous ces organes sont très étalés (Pl. IX, fig. 5) alors que dans les fleurs saines (Pl. IX, fig. 3) le calice est dressé, ne laisse dépasser que la partie terminale des pétales et que les anthères sont à peine apparentes en dehors de la fleur. La silique attaquée devient plus courte et plus large (Pl. IX, fig. 6) et va en se renflant de la base à l'extrémité au lieu d'être parfaitement cylindrique.

Étudions maintenant les modifications anatomiques. Les sépales attaqués ont leurs deux épidermes tout à fait semblables et constitués, comme l'épiderme externe des sépales sains, par des cellules aussi épaisses que larges, celles de l'épiderme interne étant très aplaties; les ornements denticulés qui existent sur la cuticule des cellules épidermiques externes des sépales sains ne s'observent pas dans les sépales attaqués; ces derniers atteignent jusqu'à 50 μ d'épaisseur au lieu de 30 μ; leur parenchyme, beaucoup plus lacuneux, est formé de cellules arrondies très riches en chlorophylle; le nombre des assises reste le même.

Les pétales offrent des transformations très analogues (Pl. IX, fig. 7 et 8); les épidermes deviennent semblables à ceux des sépales, alors que les pétales sains ont un épiderme papilleux; les ornements cuticulaires disparaissent aussi; le parenchyme devient également très lacuneux et la chlorophylle apparaît dans cet organe qui n'en contient pas normalement; le nombre des vaisseaux ligneux augmente, ainsi que celui des cellules parenchymateuses, dans les faisceaux.

Les étamines n'offrent pas trace de tissu mécanique; les cellules mères des grains de pollen sont ordinairement arrêtées très tôt dans leur évolution (Pl. IX, fig. 10, *c.m.*), et dans toutes les cellules du connectif peuvent se former des grains de chlorophylle.

La paroi des carpelles a ses deux épidermes plus aplatis, toutes les assises deviennent semblables et il n'apparaît aucune indication du tissu sclérenchymateux de déhiscence, à cellules très petites, qui se forme dans les carpelles sains en dehors de l'épiderme interne. Le funicule des ovules (Pl. IX, fig. 13 et 14) peut acquérir une grande longueur (2^{mm},1/2 au lieu de 1/2^{mm}) et se replie irrégulièrement dans la cavité carpellaire qui est beaucoup plus vaste ; il contient de la chlorophylle, ainsi que les téguments ; l'ovule peut présenter tous les intermédiaires entre l'ovule ordinaire et un ovule orthotrope ; toutes les cellules du funicule, des téguments, de la paroi médiane de la cavité carpellaire s'hypertrophient beaucoup (leurs dimensions sont au moins doublées). Le sac embryonnaire se forme, mais ses noyaux meurent le plus souvent sans qu'il y ait de fécondation.

Nous venons de signaler les modifications anatomiques présentées par les organes les plus transformés; il est presque inutile d'ajouter qu'on trouve tous les intermédiaires entre ces organes et les mêmes à l'état sain.

En résumé, les principales modifications présentées par l'*Arabis sagittata* sous l'influence d'*Aphis Sp.* sont :

1° *L'apparition de poils* d'une forme particulière sur tous les organes ;

2° *Une coloration* due au suc cellulaire des cellules épidermiques ;

3° *Une vie plus longue* des organes floraux ;

4° *L'hypertrophie des cellules*, sans augmentation du nombre de leurs assises ;

5° *La transformation du parenchyme* différencié d'une manière variée dans les différents organes, en un tissu partout identique ;

6° *La mort des cellules sexuelles*.

Capsella Bursa-pastoris Mœnch.

Attaqué par l'*Aphis Sp.*
(Pl. X, fig. 11 et 12).

Ce Puceron se tient sur les axes florifères; dans la région attaquée par les individus groupés en masse l'axe se renfle légèrement, les entre-nœuds se raccourcissent beaucoup ; l'axe, les pédoncules floraux et les bords des sépales présentent une coloration rouge violacée, la même que celle qui apparait chez la même plante sous l'influence du *Cystopus candidus* et qui est due au suc cellulaire de cellules épidermiques. Les pédoncules floraux et les sépales peuvent devenir assez poilus, alors qu'ils sont presque complètement glabres à l'état normal. Les fleurs les plus modifiées s'épanouissent mal ; les pétales ni les étamines n'apparaissent en dehors du calice ; le pistil seul se développe et se trouve souvent légèrement déformé ; la plupart des fleurs conservent leur aspect ordinaire.

Ces modifications de forme peu importantes sont accomgnées de transformations anatomiques relativement plus considérables. Les sépales (Pl. X, fig. 11 et 12), qui mesurent à l'état sain environ 30 μ d'épaisseur entre les nervures et 50 μ au niveau de la nervure médiane, acquièrent une épaisseur à peu près constante de 100 μ ; les cellules épidermiques externes sont très agrandies, beaucoup plus en proportion que les externes. Au lieu de deux assises de cellules parenchymateuses sans lacunes, on compte dans le limbe, entre les nervures, quatre assises de cellules séparées par de grands méats et très riches en chlorophylle. Les pétales présentent les mêmes modifications, et de la chlorophylle apparaît dans leur parenchyme.

Les étamines des fleurs les moins modifiées ont leur structure et leur fonction normales ; mais, dans les fleurs les plus attaquées, les grains de pollen n'arrivent pas à leur constitution définitive ; ils peuvent différencier en partie leur membrane, mais leur protoplasma s'appauvrit ; l'assise sous-épidermique ne devient pas assise mécanique et elle contient, comme l'épiderme et tout le parenchyme du connectif et du filet, des grains de chlorophylle. L'arrêt de développement peut se produire plus tôt, les sacs polliniques peuvent être formés simplement par l'assise épidermique, en dessous de laquelle toutes les cellules ont péri avant leur différenciation ; dans ce cas la cavité est remplie par une masse protoplasmique où on peut à peine distinguer les différents noyaux.

La paroi des carpelles garde sa structure ordinaire, la cloison de séparation de la cavité ovarienne peut présenter une hypertrophie analogue à celle qu'on observe chez l'*Arabis sagittata;* les ovules se développent normalement et ce n'est que très rarement que les grains n'arrivent pas à leur formation; les siliques restent seulement plus petites que les saines.

Sinapis arvensis L.

Attaqué par l'*Aphis* Sp_1.

(Planche XI, fig. 1 à 7).

J'ai rencontré à Presles (Seine-et-Oise) un grand nombre de pieds de *Sinapis arvensis* qui sous l'influence d'un Puceron, non dénommé par les cécidiologues, présentent des modifications morphologiques et anatomiques très considérables (Pl. XI, fig. 1). L'axe floral augmente beaucoup son diamètre; les fleurs offrent des phénomènes de virescence dans lesquels on peut reconnaître les degrés suivants :

1° Les sépales, au lieu de rester dressés, grandissent et s'étalent à peu près horizontalement, en acquérant un onglet plus ou moins net, les pétales élargissent au contraire leur onglet et prennent à peu près la même forme que les sépales; à leur coloration jaune se mêle une teinte verte; les étamines gardent leur aspect normal, le pistil s'aplatit perpendiculairement à la cloison et son contour devient ovale.

2° Les sépales et les pétales sont étalés comme dans le premier cas et complètement verts; on constate une réduction dans la longueur du filet et l'atrophie des grains de pollen dans les anthères; la forme que nous avons signalée pour le pistil s'exagère, il devient très aplati et sa paroi plissée lui donne un aspect vésiculeux (Pl. XI, fig. 2, *c.*); sur le placenta s'insèrent de petits organes foliacés, également verts, qui représentent les ovules. Dans tous les degrés suivants de transformation, les sépales, pétales et étamines restent ce qu'ils sont dans le second.

3° Il naît à l'intérieur de chaque cavité ovarienne et à l'aisselle du carpelle correspondant un rameau sur lequel se développent plusieurs fleurs restant à l'état de boutons.

4° Puis l'axe de la fleur s'allonge entre l'androcée et le pistil, et les carpelles se trouvent portés par un long pédoncule ayant jusqu'à 3 centimètres (Pl. XI, fig. 3. *t.*); de plus ils se séparent par leur partie terminale et restent soudés à leur base; ils laissent apercevoir entre eux un paquet de boutons.

5° Les carpelles peuvent enfin s'individualiser complètement et prendre l'aspect de deux feuilles dentées, l'axe floral se continue au-dessus d'elles et à l'aisselle de chacune naît, soit une fleur, soit un rameau floral secondaire (Pl. XI, fig. 9).

6° Dans d'autres fleurs, au-dessus des carpelles complètement transformés en feuilles indépendantes, se trouve un carpelle nouveau, fermé; ou bien l'axe se prolonge au-dessus comme au-dessous des carpelles virescents et se trouve terminé par une fleur analogue à celle du premier cas considéré; cette fleur peut à son tour offrir les autres degrés de transformation, et on peut avoir ainsi deux ou trois fleurs superposées sur le même axe, où les feuilles carpellaires se trouvent à peu près également éloignées de la fleur à laquelle elles appartiennent et de la fleur supérieure.

Modifications anatomiques. — 1. *Calice.* — Les sépales, qui à l'état sain ont une épaisseur d'environ 80 μ et sont constitués par un épiderme extérieur à très grosses cellules, un épiderme interne à cellules fortement aplaties, entre lesquels existe un parenchyme lacuneux (environ 6 assises) sans régions différenciées, prennent des caractères tout autres; leur épaisseur est de 200 μ; les deux épidermes deviennent à peu près semblables, leurs caractères étant intermédiaires à ceux que nous venons de donner pour les deux épidermes des sépales sains; le parenchyme de la face externe, devenue inférieure, reste lacuneux; les trois autres assises, celles de la face supérieure, forment un tissu en palissade des mieux caractérisés; le nombre des assises peut augmenter, et dans certains cas il existe jusqu'à 6 assises palissadiques. Les faisceaux libéro-ligneux sont beaucoup plus développés; les vaisseaux ligneux, un peu plus nombreux (6 à 7 au lieu de 4 à 5), sont séparés par des cellules de parenchyme, alors qu'ils sont étroitement accolés dans les sépales sains; c'est surtout le conjonctif qui prend un grand développement; à la partie inférieure et supérieure des faisceaux il forme une plage de collenchyme; enfin au niveau des nervures les deux épidermes sont constitués par des cellules beaucoup plus grandes, dont les parois sont considérablement épaissies. Ces différents caractères acquis sous l'action du Puceron, à part la formation de collenchyme dans les nervures, sont sensiblement ceux de la feuille saine. Cette dernière ne contient pas de cellules spéciales; les sépales sains en présentent une au niveau de chaque nervure et une entre deux nervures voisines; les sépales modifiés peuvent avoir à ce point de vue, suivant le degré de leur transformation, les caractères des sépales sains ou des feuilles.

2. *Corolle* (Pl. XI, fig. 7). — Il se produit une augmentation dans le nombre des assises du limbe pétalaire (8 au lieu de 5), dont l'épaisseur double; les épidermes cessent d'être papilleux, le parenchyme qui est lacuneux dans toutes ses parties acquiert de la chlorophylle (*p. ch.*); les nervures s'accentuent, le nombre des vaisseaux ligneux augmente et nous retrouvons les deux plages de collenchyme (*c*) que nous venons de voir se développant dans les sépales; la plage correspondant à la face inférieure peut rejoindre l'épiderme correspondant; les cellules épidermiques prennent les mêmes caractères que dans les sépales au niveau des nervures.

Dans leur virescence, les pétales n'acquièrent pas, comme les sépales, les caractères de la feuille; je n'y ai jamais observé de tissu palissadique; nous rencontrons un exemple de deux organes dont les caractères extérieurs deviennent tout à fait semblables, mais qui restent nettement différents par leur constitution anatomique; une même action transforme plus facilement en feuille un sépale qu'un pétale; cela peut tenir à ce que le sépale étant extérieur subit plus jeune l'action du parasite, mais surtout à ce que le sépale offre une constitution anatomique moins éloignée que celle du pétale de la constitution de la feuille.

3. *Étamines.* — Rarement les étamines restent normales, avec anthères bien constituées. Le plus souvent les grains de pollen n'atteignent pas leur complet développement et on retrouve ici tous les états d'atrophie des sacs polliniques que nous avons eu l'occasion de signaler plusieurs fois; l'assise mécanique ne se développe pas du tout ou quelquefois seulement par régions irrégulièrement disposées. Le connectif acquiert de la chlorophylle ainsi que le filet, dont le faisceau devient plus gros et plus riche en vaisseaux ligneux. Quelques étamines ont un ou deux de leurs sacs polliniques externes prolongés par une lame foliacée dont le parenchyme a partout la même constitution.

Ces transformations de l'étamine nous sont déjà familières et ne font que confirmer la généralité de ce mode d'atrophie des organes mâles. Il n'en est pas de même des phénomènes présentés par certaines autres étamines; ces dernières sont arrêtées très jeunes dans leur développement et à l'intérieur de leurs sacs polliniques, on ne trouve souvent même plus trace des cellules mères. La paroi de ces sacs polliniques peut, elle aussi, au moins en partie, subir une dessiccation, par suite de la mort de ses cellules; il en est de même du tissu qui sépare les deux sacs polliniques; enfin l'atrophie des cellules peut se propager au connectif, et on voit certaines bandes formées de tissu mort reliant les sacs polliniques au faisceau libéro-ligneux et pouvant entourer ce dernier; c'est le commencement d'une dessiccation de l'anthère, que nous avons constaté se produire complètement dans l'attaque du *Papaver Rhæas* par le *Peronospora arborescens.* Mais alors que dans ce cas l'étamine ne réagissait nullement, il se produit ici un tissu de cicatrisation (Pl. XI, fig. 5, 6, *p.s.*) par la division répétée des cellules bordant la région atteinte, division s'effectuant par des cloisons parallèles au contour de cette région ; on peut observer un tel cloisonnement jusque dans la paroi externe des sacs polliniques.

4. *Pistil.* — Les feuilles carpellaires qui sont devenues indépendantes et virescentes offrent, comme les sépales attaqués, une constitution très analogue à celle de la feuille : leur parenchyme est nettement divisé en une zone palissadique (3 assises) et une zone lacuneuse. Les nervures principales acquièrent les mêmes caractères que celles des sépales (épidermes à parois épaisses, collenchyme dans les faisceaux). Lorsque les feuilles carpellaires restent en partie soudées, chaque bord placentaire se prolonge à l'intérieur en une petite lame foliacée munie de faisceaux libéro-ligneux et venant s'accoler contre la partie externe du carpelle ; les deux carpelles sont unis par une bande parenchymateuse issue de la face libérienne de chaque carpelle au niveau des grosses nervures qui, par leur réunion, forment la nervure placentaire de l'ovaire normal ; de cette disposition il semble résulter que les carpelles ne sont pas accolés immédiatement par leurs bords, mais par une région située à quelque distance de ces bords, le tissu qui se trouve en dedans de cette région constituant le placenta.

En résumé, les modifications introduites par l'*Aphis* Sp_1. dans l'appareil floral du *Sinapis arvensis*, sont :

I. *Changements dans la morphologie extérieure :*

1° Virescence de tous les organes (l'étamine seule présente de rares cas de phyllodie partielle) ;

2° Allongement de l'axe floral au-dessous et au-dessus des carpelles.

II. *Changements dans la structure anatomique :*

1° Les sépales et les carpelles prennent une constitution voisine de celle de la feuille ;

2° Les pétales acquièrent un tissu chlorophyllien, mais différent de celui de la feuille ;

3° Grand développement du conjonctif dans les faisceaux des sépales, pétales, filets, carpelles et apparition de collenchyme;

4° Atrophie, selon le mode ordinaire, des sacs polliniques;

5° Formation d'un tissu de cicatrisation dans les anthères.

Sinapis arvensis L.

Attaqué par l'*Aphis* Sp_2.

(Planche X, fig. 1 à 10).

Sous l'action d'un Puceron, qui doit être différent du précédent, mais dont je n'ai retrouvé, sur les échantillons observés, que les mues et que je n'ai pu déterminer, la même plante subit des modifications très sensiblement différentes de celles que nous venons de décrire et consistant dans une virescence complète de tous les organes floraux. Le port de la plante est méconnaissable et il suffira de se reporter aux fig. 1 (inflorescence saine) et fig. 2 (inflorescence attaquée) pour se faire une idée de cette profonde altération.

Dans les fleurs les plus modifiées tous les organes se présentent sous forme de feuilles garnies de nombreux poils épineux, et, à l'aisselle de ces feuilles, à quelque cycle qu'elles appartiennent, peuvent naître des rameaux (Pl. X, fig. 3), se terminant par un bouquet de feuilles analogues aux précédentes, représentant une fleur secondaire, mais dans laquelle il est souvent difficile de retrouver le type floral normal.

Les sépales se transforment en feuilles ovales, larges, acuminées à leur extrémité, les pétales en feuilles étroites et plus courtes.

Les étamines deviennent stériles et quelques poils se développent sur leurs filets et leurs anthères; la région correspondante à la ligne de déhiscence se creuse et les sacs polliniques font saillie de chaque côté (Pl. X, fig. 4 et 5); ils sont garnis sur leurs bords de longs poils; les émergences qu'ils forment ainsi de chaque côté deviennent compactes, vertes, puis, celles qui correspondent aux sacs polliniques internes venant à disparaître, on passe à la forme d'une feuille analogue à celles qui proviennent de la transformation des sépales et des pétales.

On observe assez souvent des dédoublements de pétales et d'étamines. Le pistil subit aussi une virescence, les deux carpelles s'écartant à partir de leur région stigmatique, en même temps que l'entre-nœud stamino-carpellaire s'allonge; on observe aussi quelquefois l'allongement de l'entre-nœud sépalo-pétalaire. Les nectaires disparaissent dans les fleurs virescentes.

Les modifications anatomiques correspondantes consistent en ce que tous les organes virescents prennent la constitution de la feuille.

Les sépales et les pétales (Pl. X, fig. 6 et 7) perdent leurs différenciations particulières pour acquérir la structure foliaire ; leurs épidermes deviennent semblables; de plus leurs faisceaux acquièrent, comme dans le cas précédent, des massifs de collenchyme dans leurs régions supérieure et inférieure.

Les étamines complètement transformées en feuilles possèdent la même structure.

Celles qui sont le moins modifiées peuvent offrir du parenchyme secondaire (*p. s.*) dans le faisceau de leur filet et de leur connectif (Pl. X, fig. 10) ; dans tous les cas où j'ai observé l'existence de ce parenchyme, les cellules de parenchyme primaire bordant le faisceau présentaient des phénomènes de régression et de dessiccation; il semble que le tissu qui apparaît alors soit un tissu de cicatrisation destiné à protéger l'appareil vasculaire. Les sacs polliniques dépourvus d'assise mécanique ne contiennent à leur intérieur que les cellules mères ou des tétrades arrêtées dans leur développement (Pl. X, fig. 8). Puis on ne voit plus trace de cellules sexuelles, un tissu en palissade se forme dans le renflement correspondant à chaque sac pollinique et des faisceaux accessoires, d'abord disposés en cercle, y font leur apparition. Nous sommes en présence de phénomènes que nous avons déjà eu l'occasion de décrire chez la même plante attaquée par le *Cystopus candidus* et que nous retrouverons encore plus loin; nous n'y insistons pas davantage ici.

Les carpelles virescents acquièrent sur leur face interne un tissu palissadique, avant même que la cavité carpellaire soit ouverte; de même la face interne peut porter des poils à l'intérieur de la cavité ovarienne; ces différenciations s'opèrent donc telles qu'elles se rencontrent dans les feuilles normales.

En résumé, aussi bien au point de vue morphologique qu'au point de vue anatomique tous les organes floraux se transforment en feuilles.

Silene inflata Sm.

Attaqué par l'*Aphis Cucubali Passerini*
(Pl. XI, fig. 8 et 9).

Les pieds de *Silene inflata* attaqués par l'*Aphis Cucubali* se reconnaissent aisément au premier aspect; les derniers entre-nœuds sont excessivement raccourcis et au lieu d'être lâche l'inflorescence est très ramassée; toutes les fleurs sont les unes contre les autres, entourées par les feuilles des nœuds terminaux qui ont pris un grand développement.

Les Pucerons se tiennent entre les fleurs et à leur intérieur.

Le calice devient irrégulièrement bosselé, ses dents sont inégales; il n'est jamais aussi renflé à la base qu'à l'état sain et ne s'ouvre pas ou incomplètement; ses nervures sont très accentuées. L'entre-nœud sépalo-pétalaire qui est normalement assez long devient très court ou même tout à fait nul. Les pétales restent inclus à l'intérieur du calice, leur onglet est plissé, leur limbe se maintient étroit et court. Les étamines, dont le filet dépasse dans les fleurs saines le calice, sont très réduites de longueur et portent des anthères atrophiées; les sacs polliniques se terminent à leur base par une partie rétrécie, conique, de chaque côté du filet, qui est épaissi. L'ovaire acquiert une forme très irrégulière et sa paroi peut être fortement ondulée.

Toutes ces modifications morphologiques sont accompagnées de changements anatomiques qui sont sensiblement les mêmes pour les sépales, les pétales, le filet, la paroi de l'ovaire et que je ne décrirai que pour les sépales. Le limbe de ceux-ci double à peu près d'épaisseur, lorsqu'ils sont attaqués; dans l'intervalle des faisceaux, les sépales sains (Pl. XI, fig. 8) sont constitués par un parenchyme excessivement lacuneux formé de cellules allongées et délimité par deux épidermes à grosses cellules. Dans les sépales attaqués (Pl. XI, fig. 9) cette région reste lacuneuse, mais les lacunes sont beaucoup moins développées par rapport aux cellules qui sont plus grosses et se rapprochent plus de la forme sphérique (elles mesurent environ 40 μ sur 35 μ au lieu de 30 μ sur 8 μ); les cellules épidermiques gardent leur forme, mais leurs dimensions sont doublées. On remarque dans le parenchyme des sépales attaqués de nombreuses et grosses macles d'oxalate de chaux qui n'existent pas dans les sépales sains ou bien y sont moins répandues et plus petites.

C'est dans la région des nervures que le limbe présente les plus grandes modifications. Les faisceaux correspondant aux nervures principales et secondaires ont à peu près le même développement dans les sépales sains; ils augmentent tous dans les sépales attaqués, mais les faisceaux principaux relativement beaucoup plus que les autres. Les faisceaux normaux sont délimités par un endoderme peu net contenant quelques grains de chlorophylle ; on y compte une dizaine de vaisseaux ligneux et, en dehors du bois et du liber, quelques cellules parenchymateuses représentant le péricycle. Dans les faisceaux des sépales attaqués l'endoderme forme une assise circulaire très nette, constituée par des cellules dépourvues de chlorophylle; les vaisseaux ligneux peuvent être au nombre de vingt-cinq; le péricycle est beaucoup plus développé et ses cellules, épaississant beaucoup leur paroi, forment un massif collenchymateux en dehors de lui, et un autre plus important en dehors du liber; enfin il peut apparaître un méristème secondaire entre le liber et le bois du faisceau.

Les anthères des fleurs attaquées sont toujours indéhiscentes, jamais l'assise mécanique ne se différencie ; lorsque les grains de pollen arrivent à se former, cette assise existe sans épaississements lignifiés et souvent ses cellules se dessèchent, leurs parois s'accolant contre l'assise épidermique ; le parenchyme du connectif est pourvu de grains de chlorophylle et de cristaux maclés d'oxalate de chaux qui ne se rencontrent jamais dans les anthères saines. Les grains de pollen sont réduits à leur membrane ; l'exine est beaucoup plus épaisse que normalement, les pores sont aussi très accentués, les grains de pollen sont complètement semblables à ceux qui avortent dans les anthères saines. Les sacs polliniques peuvent être arrêtés plus tôt dans leur développement, et se réduire à une région étroite, complètement desséchée, qui borde de chaque côté le connectif.

Les ovules sont bien développés ; ils ne peuvent être fécondés, alors que leur constitution le leur permettrait, puisque les anthères des fleurs auxquelles ils appartiennent sont stériles et que, d'autre part, il ne peut exister de fécondation croisée pour ces fleurs à calice presque fermé.

En résumé :

1° Toutes les cellules sont agrandies ;

2° Il apparaît du collenchyme et du tissu secondaire dans les nervures ;

3° Les cristaux d'oxalate de chaux sont plus nombreux dans les organes où ils existent normalement ; ils apparaissent dans des organes qui n'en contiennent pas normalement (connectif) ;

4° Des grains de chlorophylle apparaissent dans le filet et le connectif des anthères ;

5° Les sacs polliniques sont atrophiés.

Cerastium vulgatum L.

Attaqué par l'*Aphis Cerastii Kaltenbach.*

Plusieurs espèces de *Cerastium* sont déformées, d'une manière très analogue, par un Puceron, l'*Aphis Cerastii;* j'ai observé en particulier les transformations que subit le *Cerastium vulgatum L.* par le fait de cet Hémiptère.

Le port de la plante est profondément altéré; les derniers entre-nœuds sont épaissis et fortement raccourcis; les feuilles correspondantes s'allongent et surtout s'élargissent; en particulier, les deux feuilles qui se trouvent à la base des paquets de fleurs terminaux, au lieu de rester étroites, lancéolées, deviennent très concaves et enveloppent complètement l'ensemble des fleurs, quand ces dernières n'avortent pas tout à fait.

Les boutons, normalement coniques, deviennent globuleux en se renflant; les sépales, comme les feuilles, s'élargissent et deviennent concaves, cette transformation étant d'autant plus marquée que les sépales sont plus externes; les organes internes de la fleur sont au contraire considérablement réduits; les pétales ne sont plus représentés que par de toutes petites lames ou font défaut tout à fait; les étamines à filets fort courts ont des anthères atrophiées, desséchées; de même, le pistil reste fort petit et se dessèche de bonne heure.

Au point de vue de la constitution anatomique, il faut également distinguer :

1° Les feuilles et les sépales qui réagissent, les feuilles perdant leur tissu en palissade, les sépales leur épaisse cutine, etc.

2° Les pétales, les étamines et les carpelles, qui ne modifient pas leurs tissus, mais subissent une atrophie de leurs cellules amenant la dessiccation signalée. C'est ainsi que les pétales peuvent se trouver réduits, dans certaines régions, à leurs assises épidermiques, toutes les autres étant mortes, et même à leur épiderme externe; ce sont les épidermes et les faisceaux qui résistent le plus longtemps. Les étamines subissent la même dessiccation, alors que les grains de pollen sont déjà atrophiés ; ces derniers se forment, mais restent bientôt réduits à leur membrane. La dessiccation, dans le pistil, commence généralement par celle des ovules, à partir de la région micropylaire.

Nous observons ici des phénomènes rappelant tout à fait ceux qui se passent dans le *Ranunculus bulbosus* et différentes espèces de *Papaver* sous l'action de *Peronospora*, phénomènes dont la caractéristique est l'absence totale de réaction de la part des organes.

Valerianella Auricula D.C.

Attaqué par le *Trioza Centranthi Vall.*

(Pl. XI, fig. 10 à 15).

Sous l'action de ce Puceron, plusieurs espèces de *Valerianella*, ainsi que le *Centranthus ruber*, prennent un aspect très caractéristique que nous décrirons chez le *Valerianella Auricula.* On sait que les tiges de cette plante, à l'état sain, se ramifient dichotomiquement dans leur partie supérieure, les branches de cette dichotomie étant très allongées et les dernières portant à leur extrémité un certain nombre de fleurs très petites, entremêlées d'étroites bractées ; on a ainsi une inflorescence très lâche (Pl. XI, fig. 10) où les fleurs apparaissent à peine. Les pieds attaqués sont plus ramassés ; la division dichotomique n'est plus aussi évidente au premier aspect, parce que les branches en sont plus courtes et se trouvent dépassées par les feuilles à l'aisselle desquelles elles naissent ; les derniers rameaux surtout, ceux qui portent les fleurs, sont très raccourcis, et l'ensemble des fleurs, dont chacune est très hypertrophiée, forme une masse globuleuse compacte, dans laquelle on a peine à reconnaître une inflorescence de Valérianelle (Pl. XI, fig. 11) ; c'est entre ces fleurs et leurs bractées, qui prennent aussi un grand développement, que vivent les Pucerons. Alors que le diamètre d'une fleur saine est de 1^{mm},5 celui des fleurs attaquées peut atteindre 15 millimètres. Comparons les caractères morphologiques des fleurs saines et attaquées.

Tous les verticilles de la fleur saine sont concrescents dans leur partie inférieure qui comprend 3 loges carpellaires, une postérieure contenant un ovule et 2 latérales stériles ; cette région ovarienne ellipsoïdale est surmontée par un bourrelet circulaire provenant de la partie libre des sépales soudés ; ce bourrelet présente 5 dents correspondant aux sépales, 2 grandes postérieures et 3 autres plus petites, celles-ci pouvant à leur tour offrir des dents secondaires. En dedans de ce calice se trouve une corolle gamopétale en entonnoir à 5 lobes accentués ; cette corolle, d'un rose lilacé, porte 3 étamines à filet dépassant légèrement les pétales. Le style unique est long et terminé par 3 stigmates fortement papilleux.

Dans les fleurs les plus attaquées (Pl. XI, fig. 12 à 15), le calice et la corolle atteignent des dimensions considérables, et c'est le calice qui prend le plus grand développement, à l'inverse de ce qui existe dans les fleurs normales ; il s'étale, et sa face supérieure devient irrégulièrement convexe, ses bords se repliant ; on distingue les cinq sépales à autant de lobes d'ordinaire inégalement développés ; certains peuvent s'allonger beaucoup plus que d'autres et former une région étroite qui se recourbe en gouttière ; ces lobes peuvent se réduire en nombre, certains se soudant entre eux complètement et ne se laissant distinguer que par la nervation. Entre cette forme, qui correspond à la plus grande transformation et le calice sain, on trouve tous les intermédiaires ; on rencontre d'abord des formes qui ne diffèrent du calice normal que par leur régularité ; les cinq dents sont égales, dressées, n'offrent plus de dents secondaires et sont, comme pour le calice sain, d'un vert foncé ; puis, le calice devient plan et sa couleur verte plus pâle ; à mesure qu'il s'hypertrophie davantage, il prend une teinte jaunâtre, la chlorophylle disparaissant, puis on observe une coloration violacée résultant de la formation d'un nouveau pigment.

La corolle acquiert les mêmes caractères morphologiques que le calice, mais reste toujours plus régulière; elle prend successivement des teintes vert lilacé, vert foncé, vert pâle, jaunâtre, jaune violacé, la chlorophylle apparaissant, puis faisant place au pigment que nous avons trouvé dans les calices les plus modifiés.

Le filet des étamines reste beaucoup plus court, les anthères dépassent à peine la gorge peu développée de la corolle. Le style s'épaissit, se creuse, prend la même couleur que le calice, les stigmates perdent leurs papilles et s'élargissent de façon que le style, normalement allongé et grêle, prend la forme d'un corolle en entonnoir à 3 lobes (Pl. XI, fig. 13).

Les loges stériles des carpelles peuvent s'individualiser en partie du reste de l'ovaire dans leur région supérieure, leur cavité se prolongeant de bas en haut et latéralement en une sorte de petit sac; dans d'autres cas, les 3 loges s'allongent et se rétrécissent, et la région ovarienne prend une forme grêle.

Au milieu des fleurs ainsi rendues méconnaissables, on remarque les bractées qui se sont allongées et élargies dans de grandes proportions, en même temps que leur surface a cessé d'être plane.

Examinons maintenant quelles sont les modifications anatomiques qui accompagnent ces changements morphologiques.

1. *Calice*. — Les cellules épidermiques, qui sont de forme et de dimensions différentes, suivant qu'elles appartiennent à l'une ou à l'autre face des sépales sains, deviennent semblables dans les sépales attaqués et s'hypertrophient beaucoup (30 μ au lieu de 18); le parenchyme reste composé exactement du même nombre d'assises, mais ses cellules s'agrandissent, les grains de chlorophylle, qui sont normalement très nombreux, deviennent rares ou même disparaissent complètement; les faisceaux ne se modifient pas sensiblement. L'épaisseur du calice, qui est normalement de

125 μ environ, atteint à peu près 200 μ dans le calice modifié; il n'y a pas de rapport entre cette augmentation dans l'épaisseur (3/8) et le développement considérable pris en longueur (10/1); les cellules se divisent activement sous l'influence des parasites, mais seulement sur leurs faces latérales; les mêmes phénomènes se passent pour les bractées, nous les retrouvons aussi chez les pétales.

2. *Corolle.* — Le parenchyme sain dans les régions comprises entre les nervures est constitué presque uniquement par les épidermes; entre eux se trouvent de rares cellules allongées formant un tissu très lacuneux; ces dernières cellules sont plus arrondies dans les pétales attaqués, et les épidermes sont plus écartés l'un de l'autre. De la chlorophylle peut apparaître jusque dans les cellules épidermiques; les faisceaux présentent dans quelques cas des formations secondaires, où des vaisseaux ligneux peuvent se différencier.

3. *Étamines.* — Le filet des étamines peut acquérir de la chlorophylle ainsi que le connectif; ses cellules épidermiques se prolongent en poils plus ou moins longs; ces poils existent d'ailleurs à la naissance de la corolle, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur; le style en présente aussi dans cette région basilaire. Les anthères ne contiennent jamais de grains de pollen bien constitués; le plus ordinairement, l'assise mécanique ne se différencie pas, les cellules épidermiques deviennent papilleuses et la cavité du sac pollinique est réduite à une fente étroite où sont logées quelques parois affaissées de grains de pollen; dans l'état de moindre modification, les cellules de l'assise mécanique présentent de rares épaississements, et la cavité pollinique offre des grains à contour normal, mais sans protoplasma. Toutes les cellules végétatives de l'anthère sont hypertrophiées comme partout ailleurs, les dimensions de celle-ci sont par suite accrues; il n'en est pas de même des grains de pollen, qui conservent toujours le même diamètre; ce fait ne doit pas nous étonner, les cellules végétatives subissant sous l'action du parasite

des modifications en rapport avec le nouveau rôle qu'elles doivent jouer, les cellules sexuelles étant au contraire incapables de s'adapter à de nouvelles fonctions, une fois que leur différenciation est commencée.

4. *Pistil.* — Le style offre les mêmes changements anatomiques que les autres organes, hypertrophie des cellules, sans augmentation du nombre des assises, apparition de chlorophylle; son diamètre vers la base peut atteindre un demi-millimètre au lieu d'un dixième. Au moment de la fécondation, la paroi externe de la loge fertile est constituée par un épiderme externe, une zone chlorophyllienne comprenant environ trois assises, une zone interne dépourvue de chlorophylle (environ deux assises), dont beaucoup de cellules contiennent un cristal d'oxalate de chaux, très large dans les assises externes, allongé dans les cellules internes, enfin par un épiderme interne à parois très épaisses. La paroi de loges stériles comprend les mêmes zones, mais la zone interne contient à peine quelques cristaux et l'épiderme interne est à parois minces. Dans les carpelles attaqués, la loge fertile a dans toute l'épaisseur de sa paroi des grains de chlorophylle, peu abondants du reste; la zone interne offre encore quelques cristaux, mais beaucoup plus petits; l'épiderme interne n'épaissit pas ses parois; il est tout à fait semblable à celui des loges stériles normales; la chlorophylle se répartit également dans toute l'épaisseur de la paroi des loges stériles attaquées; on n'y observe plus du tout de cristaux; les cellules de l'épiderme interne deviennent très volumineuses et sont papilleuses au lieu de rester pavimenteuses. En face de chaque faisceau du carpelle fertile, contre l'épiderme interne, il se différencie un paquet de cellules rappelant tout à fait les cellules de la plupart des sacs polliniques; c'est l'indication d'un tissu sclérenchymateux de déhiscence qui se développe dans toute la zone interne des loges saines.

L'ovule présente dans ses téguments la même hypertrophie des cellules, qui acquièrent aussi des grains de chlorophylle;

jamais ils ne développent d'embryon, leur sac embryonnaire s'atrophiant comme les sacs polliniques.

En résumé, sous l'action du *Trioza Centranthi*, les fleurs de Valérianelle subissent les principales modifications suivantes :

1° *Hypertrophie des cellules;*

2° *Augmentation du nombre des cellules* (surtout pour le calice et la corolle) dans tous les sens, excepté celui de l'épaisseur ;

3° *Apparition de chlorophylle* dans des organes qui en sont normalement dépourvus (corolle, étamine, ovule).

D'une façon générale, les différents organes floraux perdent leurs différenciations spéciales et tendent à acquérir une même structure.

Torilis Anthriscus Gmel.

Attaqué par l'*Aphis ?Anthrisci Kalt.*

(Planche XII, fig. 1 à 15).

Peyritsch (1) a signalé chez le *Torilis Anthriscus* des phénomènes de virescence qui sont tout à fait semblables à ceux que nous avons observés de nombreuses fois dans la même plante, et que nous avons toujours vus se produire sous l'action d'un Puceron qui n'est pas signalé par les cécidiologues et qui me semble être l'*Aphis Anthrisci ;* presque tout ce que nous allons décrire concernant les changements morphologiques a été signalé soit chez la même plante, soit chez d'autres appartenant à la même famille par Schimper, Engelmann, Cramer, Fleischer, Peyritsch ; nous y revenons cependant pour les préciser en ce qui concerne le *Torilis Anthriscus* et pour étudier les transformations anatomiques qui les accompagnent.

1° *Changements produits dans la morphologie externe.* — Les plantes attaquées modifient complètement leur port; alors que l'inflorescence saine (Pl. XII, fig. 1) est élancée, munie de feuilles très petites, que les ombelles sont maigres et planes, les inflorescences qui hébergent les Pucerons (Pl. XII, fig. 2) se ramifient moins régulièrement ; elles sont fortement ramassées, leurs feuilles prennent un grand développement, les ombelles sont fournies et deviennent sphériques ; les feuilles inférieures peuvent être aussi attaquées ; dans ce cas, elles cessent d'être planes pour se replier et prendre une surface très irrégulière ; les figures 1 (inflorescence saine) et 2 (inflorescence attaquée) donneront, mieux que toute description plus détaillée, l'impression de ce profond changement survenu dans le port de la plante.

---

(1) Peyritsch, *Ueber Bildungsabweichungen bei Umbelliferen* (Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch., LX, 1869).

Si les auteurs qui ont signalé ces phénomènes de virescence ne les ont pas rapportés à l'action de Pucerons, c'est que le plus souvent, alors que les fleurs sont bien épanouies, les animaux qui les ont transformées viennent de quitter la plante ; on ne reconnaît plus leur passage qu'à l'existence de mues plus ou moins nombreuses, qui restent attachées aux poils de la plante, surtout entre les fleurs ; mais les Pucerons existent toujours sur l'hôte avant la complète floraison, et on peut constater dans ce cas, que les caractères de l'inflorescence sont modifiés comme nous venons de le dire, et que les fleurs en boutons offrent ces phénomènes de virescence qu'on a décrits avec plus ou moins de soin, sans les rapporter à une action parasitaire. Mes observations portent sur une centaine de pieds provenant de diverses localités et sur lesquels j'ai toujours constaté la présence du même Puceron, que je n'ai jamais observé par contre sur des individus ayant des caractères normaux.

Le plus souvent, les pieds attaqués se trouvaient à l'ombre et lorsque l'un d'eux, se trouvant par exemple dans une haie, avait une partie exposée au soleil et l'autre à l'ombre, garantie par d'autres plantes, cette seconde partie seule était infestée par les Pucerons.

Rappelons que les fleurs normales présentent un ovaire infère globuleux; la partie adhérente du calice est hérissée de poils raides, courbés; de son sommet se détachent les parties libres des 5 sépales épineux analogues aux poils de la partie adhérente, la corolle avec ses 5 pétales larges, échancrés en leur milieu, d'un blanc rosé, les 5 étamines à long filet et les 2 styles.

On peut dans les fleurs attaquées distinguer 2 types, suivant que l'axe de la fleur ne se prolonge pas ou se prolonge au-dessus d'elle.

I. *L'axe floral ne se prolonge pas au-dessus de la fleur.* — Dans les fleurs les plus transformées toutes les parties deviennent virescentes; on observe toutes les transitions entre l'ovaire infère normal et des carpelles supères. L'ovaire gardant sa forme normale, les poils pluricellulaires qui hérissent sa surface deviennent moins nombreux, moins trapus et plus courts (Pl. XII, fig. 6); puis il s'allonge et ne présente plus que quelques poils unicellulaires semblables à ceux des feuilles; en même temps les styles prennent une apparence foliacée et les stigmates sont de moins en moins différenciés, ainsi que les nectaires qui se trouvent à la base des styles. Puis l'ovaire devient de plus en plus court, les styles virescents prenant au contraire un plus grand développement (Pl. XII, fig. 7), enfin les carpelles se séparent l'un de l'autre, et se trouvent transformés en deux lames vertes parfaitement indépendantes des autres organes floraux, qui sont également libres dès leur base (Pl. XII, fig. 8, *a*).

Les sépales perdent leur aspect épineux pour devenir foliacés et acquérir de la chlorophylle; mais ils restent toujours assez petits et étroits.

Les pétales présentent toutes les transitions entre l'aspect normal et celui d'une feuille complètement verte, couverte de poils unicellulaires, développés surtout sur les bords; cette feuille garde toujours l'échancrure médiane caractéristique des pétales.

Ce sont les étamines qui, en raison même de leur grande différenciation, présentent les plus grandes modifications, en même temps que les plus variées. La moindre (Pl. XII, fig. 9) consiste dans l'allongement du filet qui se couvre aussi de nombreux poils épineux et devient vert; l'anthère, qui normalement est dans la direction du filet, forme un coude avec lui; elle devient triangulaire, plus ou moins verte et indéhiscente; puis dans la région correspondant à la fente de déhiscence normale elle se creuse, alors que les parties situées de chaque côté, correspondant aux sacs polliniques, se développent au contraire davantage, et on finit par observer (Pl. XII, fig. 10 et 11) des feuilles dont le pétiole correspond au filet, dont le limbe est formé d'une large lame l_1 correspondant aux sacs polliniques externes, et sur laquelle une lame secondaire l_2, naissant dans la région de la nervure principale (connectif) et moins développée que la première, représente les sacs polliniques internes. Sur les bords épaissis de ces deux paires de lames, on remarque de nombreux poils. Puis la virescence s'accentuant encore davantage, la partie terminale de l'anthère se réduit à une seule lame, la lame secondaire n'étant plus développée qu'à la base de l'anthère (Pl. XII, fig. 11); enfin on peut ne plus trouver trace de cette lame interne et l'étamine a l'aspect d'une feuille ordinaire.

Certaines étamines peu modifiées présentent dans la continuation du connectif un petit bouton ayant l'apparence et la constitution anatomique d'un stigmate.

Le degré de virescence est le plus souvent à peu près le même pour les diverses parties d'une même fleur, quoiqu'il n'y ait pas à cet égard de règle bien fixe; le pistil en particulier peut être complètement virescent, alors que les pétales et les étamines gardent leur aspect ordinaire; sur une même ombelle, on peut rencontrer toutes les formes de fleurs, ou bien toutes les fleurs attaquées également jeunes offrent les mêmes modifications. Il en est de même pour les fleurs du 2^e type.

II. *L'axe floral se prolonge au-dessus de la fleur.* — A l'aisselle de chacun des carpelles peut naître un rameau terminé par une fleur (Pl. XII, fig. 8, *b*, et 15); dans d'autres cas, un seul se développe; ils peuvent être bien visibles extérieurement, les carpelles étant très écartés l'un de l'autre, ou bien enveloppés par les deux carpelles encore accolés. Dans d'autres fleurs, les carpelles ne sont pas représentés du tout, et l'axe floral se continue par 1, 2 et jusqu'à 6 rameaux, portant directement des fleurs secondaires ou se ramifiant pour former de petites ombelles (Pl. XII, fig. 3 et 4). Ces fleurs d'ordre 2, 3 ou 4 peuvent à leur tour offrir les mêmes modifications que la première, d'où une variété et une complication extraordinaires dans les inflorescences ainsi modifiées. Les figures 3 et 4 en donneront quelques exemples. Les fleurs secondaires qui naissent à l'aisselle des carpelles peuvent offrir une structure particulière par l'altération profonde du type floral; c'est ainsi que les sépales peuvent faire complètement défaut ainsi que les pétales, les étamines être moins nombreuses ou au contraire en plus grand nombre, les carpelles être absents ou au nombre de 4 ou 5; de plus des pétales sont quelquefois intérieurs à certaines étamines, et enfin tous ces différents organes sont susceptibles de contracter des adhérences de nature et d'importance variables.

2° *Changements dans la structure anatomique.* — Les feuilles attaquées modifient leur structure d'une manière très nette; leur épaisseur diminue (70 μ au lieu de 110 μ); toutes les cellules épidermiques augmentent de taille, mais surtout celles de l'épiderme supérieur, dont les dimensions sont doublées; la cutine diminue beaucoup. Le parenchyme des feuilles saines ou attaquées est formé par 4 assises, dont 1 palissadique et 3 formant le tissu lacuneux; mais alors que chez les feuilles saines, les cellules de l'assise en palissade ont environ 60/8 μ, elles sont beaucoup moins allongées dans les feuilles attaquées (15/10 μ), au point de se confondre presque par leur aspect avec les cellules de la zone lacuneuse, qui offre de son côté des méats plus développés que dans les feuilles saines; la chlorophylle devient moins abondante dans les parties atteintes par les Pucerons.

Les pétales augmentent leur épaisseur par une multiplication du nombre des assises (6 au lieu de 4 par ex.); au lieu d'un parenchyme lacuneux dans toutes ses parties, il s'établit une assise palissadique et toutes les cellules acquièrent de nombreux grains de chlorophylle.

On trouve, pour l'étamine, toutes les transitions entre la constitution normale et une structure qui est celle des pétales virescents, c'est-à-dire de la feuille saine, et si j'ai parlé en passant des modifications amenées dans la feuille, c'est qu'il est à remarquer que jamais les organes floraux virescents n'offrent les caractères des feuilles attaquées, en particulier la réduction de l'assise palissadique; on peut s'étonner au premier abord de ce que les Pucerons amènent dans les organes floraux le développement d'un tissu qu'ils font disparaître dans les feuilles. Cette anomalie peut s'expliquer de la manière suivante : les Pucerons vivent aux dépens des feuilles longtemps après la formation de ces dernières et entre autres effets, ils amènent la réduction de l'assise palissadique; il n'en est pas de même pour les fleurs dont la virescence est déterminée par une excitation extérieure des boutons à l'état jeune; cette virescence consiste au point de vue anatomique en ce que tous les organes acquièrent la structure foliaire normale; or c'est au moment où les fleurs sont épanouies que les Pucerons quittent la plante; ils ne peuvent donc pas faire subir aux feuilles florales les mêmes modifications qu'aux feuilles caulinaires.

Les anthères les moins atrophiées extérieurement sont rendues stériles par l'avortement des cellules des grains de pollen dont l'ensemble forme une masse protoplasmique où les noyaux sont à peine distincts ou complètement méconnaissables, et qui est séparée de l'extérieur par 3 à 5 assises dont une épidermique; jamais l'assise mécanique ne se différencie, toutes les cellules situées en dessus de l'épiderme possèdent des grains de chlorophylle. — A un degré plus grand de transformation, il apparaît des faisceaux accessoires comme nous l'avons vu se produire dans les étamines de *Sinapis* *arvensis* attaquées par le *Cystopus candidus;* ces faisceaux sont parfois tout contre la masse provenant des cellules mères avortées, et peuvent en partie s'atrophier aussi. Lorsque les anthères sont tranformées en deux lames foliacées, la lame externe possède des faisceaux orientés comme le faisceau normal du connectif; dans la lame interne au contraire, le bois des faisceaux regarde le bois de la lame externe; nous avons déjà vu à propos de cette transformation des anthères (*Sinapis arvensis* attaqué par le *Cystopus candidus*), comment s'explique cette disposition; tous ces faisceaux doivent être considérés comme appartenant à un pétiole unique qui s'est aplati suivant deux lames parallèles. Il se développe une assise en palissade sur les faces ligneuses des deux lames; cette assise ne se forme donc pas sur les faces exposées à la lumière, mais sur celles qui correspondent aux faces supérieures des feuilles normales, quelle que soit leur position accidentelle.

La principale modification anatomique que présentent les carpelles, en outre de la disparition des piquants pluricellulaires, réside dans l'appareil sécréteur; normalement chaque carpelle possède 5 canaux sécréteurs situés en dehors de chaque faisceau libéro-ligneux, de larges canaux sécréteurs à section transversale elliptique aplatie, et au nombre de 6 (1 entre deux faisceaux consécutifs et 2 dans la cloison carpellaire); les canaux sécréteurs correspondant aux faisceaux, à section circulaire, sont bordés par 6 cellules environ, alors que dans leur partie moyenne les autres (Pl. XII, fig. 13) présentent 20 à 30 cellules, dont les plus internes ne sont séparées de la cavité ovarienne que par une simple assise de cellules. A mesure que la virescence atteint les carpelles, les larges canaux subissent une réduction dans leurs dimensions (Pl. XII, fig. 14); ils ne sont bientôt pas plus développés que les autres, et ils sont séparés de la cavité carpellaire par deux ou trois assises de cellules; puis, lorsque l'ovaire prend une forme très allongée, on n'observe plus que les canaux normaux des feuilles, en face des faisceaux. En même temps les régions placentaires deviennent libres et chacune possède un faisceau libéro-ligneux et un canal sécréteur correspondant.

L'ovule anatrope, pendant, à raphé interne, subit une réduction d'autant plus complète que le changement de forme des carpelles est plus grand; le funicule s'allonge en même temps que la région ovarienne; l'ovule reste beaucoup plus petit; sa longueur peut être le cinquième ou le huitième de celle de la cavité ovarienne; le sac embryonnaire meurt et se dessèche ainsi que toute la zone interne du nucelle qui le borde; le contour de l'ovule devient par suite irrégulier.

A un degré plus grand de modification l'ovule n'est plus représenté que par son funicule portant à son extrémité un massif de tissu se recourbant légèrement en dehors et vers le haut, et qui est l'ébauche de l'ovule. Des poils épineux unicellulaires peuvent se développer à l'intérieur de la cavité ovarienne restant fermée, soit sur le carpelle, soit sur l'ovule ou son funicule; c'est un nouvel exemple d'organes se produisant sous l'influence de parasites, en une région qui ne peut subir directement l'action de ceux-ci.

L'ovule n'apparaît plus enfin que sous forme d'une simple émergence.

Quelquefois, sur le funicule portant à son extrémité une ébauche de l'ovule normal, on remarque, s'insérant plus haut, une seconde ébauche tout à fait semblable; mais je n'ai jamais observé de funicule sur lequel s'insèrent deux ovules bien constitués.

En plus de cet ovule normal il apparaît, dans les ovaires attaqués, un deuxième ovule s'insérant immédiatement au-dessus du premier, dont le raphé est interne, mais qui est dressé.

M. G. Bonnier (1) a signalé le même fait dans des fleurs virescentes du *Daucus Carota;* il existe donc dans les Ombellifères deux ovules symétriques par rapport à un plan horizontal, dont un seul se développe normalement. L'ovule dressé offre les mêmes degrés de réduction que l'autre.

---

(1) G. Bonnier, *Cas tératologique observé chez la Carotte* (Bull. Soc. bot., 1882, p. 355).

En résumé :

1° Les fleurs du *Torilis Anthriscus* attaquées par l'*Aphis Anthrisci* présentent une *virescence de tous les organes*, aussi bien au point de vue de la forme que de la structure anatomique.

2° Les étamines offrent un état intermédiaire entre leur constitution normale et celle d'une feuille ordinaire, c'est celui d'une feuille formée d'une *double lame représentant les sacs polliniques.*

3° Nous avons un nouvel exemple d'un *second ovule apparaissant chez les Ombellifères* dans chaque loge ovarienne.

RÉSUMÉ RELATIF AUX CÉCIDIES FLORALES PRODUITES PAR DES APHIDES.

Les cécidies, dues à des Pucerons, que nous venons d'étudier, peuvent se ranger en deux groupes :

1° Les cécidies du *Sinapis arvensis* et du *Torilis Anthriscus* amènent une chloranthie complète. Tous les organes floraux prennent les caractères extérieurs et la structure interne des feuilles.

2° Les fleurs attaquées de *Cerastium*, de *Silene* et de *Valerianella* présentent une hypertrophie de leurs cellules, pouvant amener celle des organes (*Valerianella*), et on n'observe pas de phyllodie.

CHAPITRE CINQUIÈME

DIPTÉROCÉCIDIES FLORALES.

Les travaux de MM. Thomas, Löw, Kieffer, Rubsaamen, nous ont fait connaître un grand nombre de Diptérocécidies au point de vue systématique ; je ne connais aucun travail sur les modifications morphologiques et anatomiques subies par les fleurs habitées par des larves de Diptères.

Raphanus Raphanistrum L.

Attaqué par le *Cecidomyia Raphanistri Kieff.*

(Pl. VII, fig. 1 à 12).

C'est une cécidie très commune que celle qui est déterminée par cette Cécidomyie, dont les larves vivent en colonie dans les fleurs du *Raphanus Raphanistrum ;* les boutons dans lesquels ont été déposés les œufs (ils sont généralement nombreux sur une même plante) prennent de grandes dimensions sans s'épanouir ; de cylindriques et d'allongés (Pl. VII, fig. 1) ils deviennent très renflés (Pl. VII, fig. 2), surtout à la base; les sépales forment, dans leur région basilaire et moyenne, quatre côtes nettement distinctes, et terminent la fleur par une partie effilée. A l'intérieur tous les organes sont renflés; les pétales sont épaissis (Pl. VII, fig. 3 et 4), surtout à leur base, ainsi que le filet des étamines. Ces boutons dégagent, surtout quand on les froisse, une odeur très intense de sulfure d'allyle, alors que chez les boutons sains elle est à peine sensible ; nous verrons que cette propriété est liée à l'existence de nombreuses cellules à myrosine dans les tissus entourant la larve.

La forme de tous les organes floraux se modifie dans ces boutons, qui ne sont pas destinés à s'ouvrir. Les sépales, au lieu d'être effilés et presque plans, deviennent fortement concaves par leur face interne, d'où l'existence de ces côtes qu'ils déterminent extérieurement ; leur longueur ne change pas ou change peu, leur largeur devient environ quadruple ; de rares poils, relativement longs, se développent à leur surface externe.

Les pétales ne présentent pas les deux régions normalement bien distinctes de l'onglet et du limbe ; ils sont élargis dès la base ; leur couleur cesse d'être uniformément jaune ; les nervures se colorent en vert plus ou moins foncé, et de plus apparaît, par plages de distribution et de contour irréguliers, un pigment rouge violacé ; disons de suite qu'il peut se rencontrer également sur le filet ou les anthères, sur les carpelles et les nectaires des boutons infestés ; nous avons déjà vu un pigment analogue apparaître chez plusieurs Crucifères sous l'influence de divers parasites (*Cystopus*, *Aphis*) ; il est constitué par le suc cellulaire des cellules épidermiques et sous-épidermiques.

Les étamines saines (Pl. VII, fig. 5) ont un filet allongé, grêle, et leur anthère est également longue et étroite ; sous l'influence des larves, le filet se raccourcit et s'épaissit beaucoup (Pl. VII, fig. 6) ; il peut arriver à n'être pas plus long que large ; l'anthère en fait de même, mais elle s'épaissit surtout à la base et le contour de l'étamine devient celui d'un fer de lance ; les six anthères sont au même niveau dans la fleur ; elles restent rapprochées et entourent étroitement le pistil ; le filet prend une forme arquée en s'éloignant des carpelles dans leur région moyenne. On peut rencontrer des étamines complètement soudées par leur filet, d'autres réduites à ce filet.

Le pistil, effilé dans la fleur épanouie, reste court dans ces boutons et s'épaissit en massue vers son extrémité.

Les modifications anatomiques qui accompagnent ces changements de forme sont très caractérisées. En coupe transversale, les sépales attaqués présentent, correspondant aux nervures, des côtes qui n'existent normalement pas ;

l'épaisseur des sépales sains étant environ de 120 μ au niveau de la nervure médiane, elle est de 700 μ pour le sépale hypertrophié dans la même région, à la hauteur correspondante. Dans l'intervalle des nervures, le limbe normal est constitué par deux épidermes entre lesquels on compte environ quatre assises de cellules parenchymateuses, séparées par des méats ; de distance en distance se trouve une cellule à myrosine, nettement caractérisée par sa forme irrégulière, par son protoplasma granuleux sans chlorophylle, son noyau beaucoup plus gros que celui des cellules à chlorophylle. Dans les sépales attaqués, les cellules de l'épiderme externe augmentent beaucoup (70 μ au lieu de 20 μ), les cellules épidermiques internes augmentent bien (30 μ au lieu de 15 μ), mais restent relativement plus petites que les premières ; leur cutine a un très faible développement. Le nombre des assises de parenchyme n'augmente pas ; chacune des cellules s'agrandit donc dans de fortes proportions ; les méats sont moins grands, les cellules étant presque polyédriques, au lieu d'être sphériques ; celles qui se trouvent au-dessus de la zone libérienne des faisceaux s'étirent en quelque sorte perpendiculairement à la surface ; les grains de chlorophylle deviennent moins abondants et surtout plus petits.

Les vaisseaux du bois cessent d'être rassemblés et sont dissociés ; des cellules du parenchyme les séparent par petits groupes isolés de un, deux ou plusieurs ; ils sont sensiblement plus larges que normalement. Les cellules spéciales existent en bien moins grand nombre ou font complétement défaut.

Les pétales offrent des changements anatomiques analogues. Les épidermes ne deviennent pas papilleux ; la région des nervures est fortement renflée; comme pour les sépales, il n'y a pas de changement dans le nombre des assises. Mais à l'inverse des sépales, les pétales, dans lesquels je n'ai pas rencontré de cellules spéciales à l'état normal, en acquièrent, surtout au niveau des nervures.

Le filet des étamines offre la même hypertrophie des cellules et la même dissociation de ses faisceaux ligneux que les sépales ; il en est de même du connectif. Les anthères ne sont jamais déhiscentes ; elles présentent tout au plus des cellules fibreuses par place.

Les sacs polliniques sont souvent réduits, alors que le connectif s'épaissit et s'élargit beaucoup ; les grains de pollen arrivent ordinairement à leur différenciation complète. Dans quelques cas il se forme, autour des sacs polliniques, ou dans le connectif, en dedans des sacs polliniques, des massifs de cellules qui offrent toutes les transitions, au point de vue de la structure de leur paroi, entre les cellules fibreuses de l'assise mécanique et des cellules réticulées, semblables à celles qu'on observe dans le réseau sus-endodermique de la racine de plusieurs Crucifères, les épaississements des cellules fibreuses s'anastomosant de plus en plus (Pl. VII, fig. 7 à 12). Les grains de pollen n'arrivent pas à leur constitution définitive. Le connectif des étamines présente souvent des cellules spéciales, alors qu'elles n'y existent jamais à l'état normal ; il contient de plus beaucoup d'amidon.

Les carpelles n'offrent pas d'autre modification nouvelle intéressante que l'atrophie des ovules.

Tous les organes internes de la fleur, et surtout les carpelles, présentent des régions rongées par les larves.

En résumé, les principales modifications que nous avons observées sont :

1° *L'hypertrophie des cellules* de tous les organes, le noyau s'hypertrophiant dans les mêmes proportions.

2° *L'apparition de cellules à myrosine* dans des organes qui n'en contiennent normalement pas ; nous avons vu plusieurs fois ce fait se produire (*Sinapis arvensis* attaqué par le *Cystopus candidus*) ; nous avons observé également que dans les galles produites au collet du *Raphanus Raphanistrum*, par le *Ceutorhynchus sulcicollis Gyll*, il se produit également une énorme exagération du nombre de ces cellules.

3° *L'apparition d'un tissu nouveau* pour les sacs polliniques, mais qu'on retrouve dans d'autres organes de la même plante.

Sisymbrium officinale Scop.

Attaqué par le *Diplosis ruderalis Kieffer.*

Ce *Diplosis* dépose ses œufs entre les jeunes boutons des pousses florales ; les larves qui éclosent empêchent les entre-nœuds de s'allonger ; il se forme ainsi des inflorescences ramassées dont certaines fleurs, situées dans la partie inférieure de la région attaquée, peuvent arriver à la formation de siliques, alors que les autres ne s'épanouissent pas ; en dessous de ces régions arrêtées dans leur développement, prennent naissance de nouveaux axes floraux latéraux qui s'allongent normalement et remplacent l'axe principal.

Les larves qui vivent ordinairement entre les fleurs peuvent se rencontrer aussi à l'intérieur de la fleur, entre ses différents organes. Le pédoncule est fortement renflé, et souvent plus dans sa partie médiane qu'à ses extrémités ; la fleur est considérablement hypertrophiée aussi et le bouton, au lieu de rester allongé, devient globuleux ; pédoncule floral et fleur augmentent jusqu'à dix fois de diamètre.

Les sépales très élargis et épaissis sont légèrement plissés dans le sens de leur longueur. La différence d'épaisseur entre les régions des nervures et les autres, assez forte pour les sépales normaux, s'atténue beaucoup dans les sépales qui ont subi l'action des parasites. Leurs caractères anatomiques sont assez profondément modifiés. Les sépales sains présentent un épiderme externe à grandes cellules et un épiderme interne à cellules plus petites ; sous l'action du *Diplosis* l'épiderme externe devient très irrégulier ; il comprend bien encore de grandes cellules, mais certaines restent relativement très petites, d'un diamètre cinq fois moindre, par exemple ; le même phénomène se retrouve dans l'épiderme interne, mais toujours moins accentué. Le parenchyme, formé normalement, entre les nervures, de 4 assises, en comprend 5 ou 6 dans les sépales hypertrophiés ; chacune des cellules augmente d'ailleurs de dimensions.

Les cellules saines contiennent un protoplasma qui devient vite pariétal et occupe une faible partie de la cellule ; sous l'influence du *Diplosis* les cellules du parenchyme acquièrent à tous les niveaux, mais surtout dans les régions les plus voisines de la larve, un protoplasma dense, très granuleux ; le noyau prend un grand développement, ainsi que son nucléole ; ces modifications correspondent à une nouvelle différenciation de ces cellules, qui se trouvent détournées de leurs fonctions normales. La chlorophylle est moins abondante, et alors même que le nombre des grains reste à peu près le même, ceux-ci sont toujours beaucoup plus petits.

Les cellules à myrosine qu'on rencontre dans les sépales sains, n'apparaissent, dans ceux qui sont infestés, que dans les régions les moins modifiées, ordinairement sur les bords ; elles subissent la même hypertrophie que les autres cellules du parenchyme.

Les faisceaux des nervures se distinguent mieux dans le calice transformé que dans les sépales sains, les cellules du conjonctif et du liber s'agrandissant beaucoup moins que celles du parenchyme environnant, et la limite entre les deux régions devenant par suite beaucoup plus nette. Le nombre des vaisseaux ligneux s'accroît généralement ; il peut doubler ou même tripler.

Les pétales présentent des modifications analogues ; leur hypertrophie est relativement encore plus considérable que celle des sépales. Leurs épidermes, qui deviennent normalement papilleux, n'acquièrent jamais cette différenciation ; le parenchyme, au lieu d'être formé par trois assises de cellules dans les régions comprises entre les nervures, en compte cinq en moyenne. Ces cellules, dont le protoplasma subit les modifications que nous avons décrites pour les sépales, acquièrent des grains de chlorophylle, mais ceux-ci restent petits, semblables à ceux des sépales attaqués. La délimitation entre les cylindres centraux et le parenchyme cortical devient aussi très nette dans les pétales, pour la raison que nous avons donnée plus haut ; elle est impossible pour les pétales sains, où les cellules du conjonctif sont absolument semblables à celles du parenchyme cortical. Les vaisseaux du bois sont également plus nombreux, mais leur nombre n'augmente jamais autant que pour les sépales.

Ces modifications des pétales se produisent alors même que la fleur ne contient pas de larves à son intérieur ; nous avons donc un exemple d'organe modifié à distance par le parasite ; l'action de ce dernier s'exerce dans toute la fleur dont le pédoncule est au contact de la larve.

Les étamines sont peu modifiées ; le plus souvent le connectif est simplement épaissi ; les sacs polliniques sont normaux, les grains de pollen offrant leur constitution normale et l'assise mécanique existant avec ses caractères ordinaires.

Les carpelles ne sont pas transformés, leurs ovules sont bien développés ; ces fleurs hypertrophiées n'en sont pas moins stériles, puisqu'elles ne s'épanouissent pas.

En résumé, sous l'action du *Diplosis ruderalis*, les fleurs du *Sisymbrium officinale* présentent les principales modifications suivantes :

1° *Hypertrophie de tous les tissus*, mais surtout du parenchyme ;

2° *La chlorophylle* des sépales, ou celle qui apparaît dans les pétales attaqués, *est en petits grains*, faiblement colorés ;

3° *La stérilité des fleurs* est due à ce qu'elles ne s'épanouissent pas.

Sisymbrium Irio L.

Attaqué par le *Diplosis ruderalis Kieffer*.

Cette même larve a été signalée aussi sur le *Sisymbrium Sophia L.*, et je l'ai trouvée vivant dans les inflorescences de nombreux pieds de *S. Irio L.* Elle peut s'y développer dans l'intérieur des fleurs ou entre les pédoncules floraux ; les modifications qu'elle détermine dans ces deux cas, amènent des changements de forme très différents.

I. *Les larves vivent à l'intérieur des fleurs.* — Les fleurs qui abritent des larves se renflent beaucoup et leur aspect rappelle tout à fait celui que prennent les boutons du *Raphanus Raphanistrum*, sous l'influence du *Cecidomyia Raphanistri ;* le pédoncule ne s'épaississant pas sensiblement, et l'hypertrophie du bouton étant surtout considérable à la base, celui-ci prend un aspect conique.

L'épaisseur des sépales augmente beaucoup ; le nombre des assises n'est pas modifié ; la disposition des différents tissus reste la même ; mais chacune des cellules du parenchyme change beaucoup d'aspect ; alors qu'à l'état normal elles contiennent un noyau très dense et de gros grains de chlorophylle, le noyau en s'hypertrophiant a sa chromatine plus diffuse, répartie à la périphérie, et le nucléole devient très grand ; le protoplasma est très granuleux et la chlorophylle s'y trouve à l'état de grains beaucoup plus petits et moins fortement colorés. Les cellules spéciales, quand elles subsistent, se trouvent occuper la même position que dans les sépales sains ; elles disparaissent dans les sépales les plus fortement hypertrophiés.

Les pétales offrent un épaississement beaucoup plus considérable, qui provient ici de deux causes, l'hypertrophie des différentes cellules et l'augmentation du nombre des assises ; les pétales, possédant à l'état sain quatre assises dans leur limbe, en présentent jusqu'à douze dans une région attaquée correspondante ; on observe d'ailleurs la division des cellules du parenchyme, qui se continue assez tard sous l'action des larves. Les épidermes ne deviennent pas papilleux et leurs cellules prennent les mêmes caractères internes que celles des sépales ; il en est de même pour celles des étamines. On peut rencontrer, comme dans les pétales sains, quelques rares cellules spéciales ; dans ce cas, elles subissent la même hypertrophie que les autres cellules.

Les étamines, dont le filet et le connectif sont épaissis, présentent des grains de pollen qui acquièrent une constitution morphologique à peu près normale ; l'assise mécanique se différencie ou non ; souvent elle est représentée par des cellules fibreuses qui apparaissent çà et là, surtout en dedans des sacs polliniques ; certaines présentent les phénomènes que nous avons observés pour le *Raphanus Raphanistrum ;* les épaississements ligneux se compliquent, les cellules acquièrent un véritable réseau, semblable à celui qui existe dans la paroi des cellules sus-endodermiques de la racine de plusieurs Crucifères.

Les carpelles subissent une hypertrophie beaucoup moins considérable, et, le plus généralement, les cellules gardent leur aspect ordinaire ; leur noyau reste petit et le protoplasma ne devient pas granuleux.

II. *Les larves vivent entre les pédoncules floraux.* — Dans ce cas, les pédoncules floraux s'épaississent beaucoup, au point de se rejoindre les uns les autres et de former ainsi une masse globuleuse, d'où émergent les fleurs ; on observe ainsi une galle dite « *en ananas* », tout à fait analogue à celle qui est décrite par Frank (1) et produite sur différents *Nasturtium*, le *Barbarea vulgaris* et le *Sisymbrium Sophia* par le *Cecidomyia Sisymbrii Schrk. ;* c'est aussi à ce groupe morphologique de galles qu'appartiennent celles qui sont déterminées sur les pousses de Sapin par le *Chermes Abietis L.* La base du pétiole des feuilles supérieures peut aussi présenter les mêmes renflements. Ceux-ci sont surtout accentués du côté opposé à celui où se tient la larve ; ils sont constitués par des cellules corticales hypertrophiées, dans lesquelles le protoplasma pariétal reste clair et le noyau petit ; la région interne, qui est en contact avec la larve, est à peine épaissie, ses cellules acquièrent un protoplasma granuleux et un gros noyau ; elles se comportent comme celles des organes floraux attaqués ; sur le pourtour de cette dernière région, l'écorce s'épaissit comme vers l'extérieur; il en résulte la formation d'une sorte de cavité, dans laquelle se tient la larve.

---

(1) Frank, *Die Krankheiten der Pflanzen*, p. 745.

Les fleurs qui terminent les pédoncules ainsi attaqués sont parfaitement normales et s'épanouissent lorsque les pédoncules ne sont pas hypertrophiés jusqu'en haut; dans le cas contraire les boutons ne s'ouvrent pas et les organes floraux sont eux-mêmes légèrement épaissis. Les étamines se développent moins que dans les fleurs qui abritent des larves; les cellules mâles sont arrêtées dans leur évolution, sans que le filet et le connectif subissent d'hypertrophie, à l'état de cellules mères, de tétrades ou de grains de pollen à peine différenciés. Cet arrêt de développement est évidemment dû à l'insuffisance de matériaux nutritifs arrivant à la fleur.

Lotus corniculatus L.; Medicago sativa L.; et Onobrychis sativa Lam.

Attaqués par le *Diplosis Loti D.C.*

(Planche VIII, fig. 1 à 8).

Plusieurs Légumineuses hébergent dans leurs fleurs ce *Diplosis* qui y détermine des modifications morphologiques et anatomiques très comparables. Les fleurs ne s'épanouissent pas, les pétales s'épaississent beaucoup, se renflent extérieurement et le bouton acquiert une forme ovoïde (Pl. VIII, fig. 1 à 3); le calice n'augmente pas en épaisseur, mais se trouve entraîné par la croissance des pétales et s'élargit beaucoup; ses dents deviennent moins aiguës, étant plus larges à la base. L'étendard recouvre presque toute la carène et les ailes ne sont pas visibles. Les pétales peuvent changer de coloration; ils sont d'un vert pâle chez le Sainfoin et la Luzerne, et, au lieu de rester jaunes dans le *Lotus corniculatus*, ils acquièrent sur leurs bords une teinte verte et la partie supérieure de l'étendard devient d'un beau rouge. Les étamines épaississent en général leur filet, qui reste court, les anthères sont présentes sans grand changement de forme ; le carpelle, à ovaire réduit, garde un style de longueur normale, qui se dessèche le plus souvent de bonne heure.

Si nous faisons une coupe tranversale dans un pétale sain et dans la région correspondante d'un pétale attaqué (Pl. VIII, fig. 4 et 5) nous observons une grande variation dans la structure anatomique. L'aile du Sainfoin, par exemple, présente, vers sa région terminale, à l'état sain, un parenchyme constitué par cinq assises de cellules, dont deux épidermiques ; les cellules de l'épiderme externe sont papilleuses, celles de l'épiderme interne ne le sont pas, mais leurs dimensions sont beaucoup plus considérables que celles des cellules internes. Ces caractères particuliers disparaissent dans l'aile d'un bouton attaqué, dont les cellules subissent une grande hypertrophie ; le liber des faisceaux, qui se distingue peu du reste du parenchyme dans l'aile saine, devient beaucoup plus distinct ; cela tient à ce que ses cellules sont moins agrandies, et le fait est encore plus net pour la carène de la Luzerne ; alors que les cellules parenchymateuses augmentent en dehors des faisceaux environ cinq fois en diamètre, celles du liber restent sensiblement égales à ce qu'elles sont dans la carène normale. La cutine, qui est très développée sur les épidermes externes, en particulier dans la Luzerne, disparaît complètement sous l'action des parasites. Le noyau des cellules hypertrophiées s'agrandit dans les mêmes proportions que la paroi, en devenant plus clair, ses granulations étant plus écartées. Le protoplasma peut acquérir des grains de chlorophylle.

Le filet des étamines peut être semblable à celui des étamines saines, ou bien il se réduit et se dessèche, ou bien encore s'épaissit ainsi que le connectif, et ses cellules offrent les mêmes modifications que celles des pétales. Le plus souvent les anthères sont normalement développées ; l'assise mécanique est présente et les grains de pollen semblent bien constitués ou sont réduits à leur paroi ; ils sont toujours arrêtés très tard dans leur différenciation ; c'est chez les anthères dont le connectif est hypertrophié que les cellules sexuelles sont le moins bien développées.

Chez le *Lotus corniculatus* la lame séparant deux sacs polliniques voisins s'épaissit beaucoup (Pl. VIII, fig. 6), ses cellules prolifèrent ; au lieu de rester formées par deux assises dont l'épaisseur totale est de 25 μ environ, elles comprennent 3 à 4 assises qui mesurent ensemble jusqu'à 150 μ d'épaisseur.

Le carpelle, comme nous l'avons dit, se dessèche ordinairement, la dessiccation commençant par la région placentaire ; ce n'est que très rarement que sa paroi présente une hypertrophie semblable à celle qu'offrent les autres organes. Les ovules sont arrêtés de bonne heure dans leur développement et se dessèchent aussi.

En résumé, la modification anatomique essentielle présentée par les fleurs de ces Légumineuses attaquées par le *C. Loti* consiste dans l'*hypertrophie des pétales*.

Daucus Carota L.

Attaqué par l'*Asphondylia Umbellatarum F. Löw*
(Planche VIII, fig. 9 à 14).

On rencontre fréquemment des carpelles de diverses Ombellifères fortement renflés, contenant à leur intérieur une larve orange de l'*Asphondylia Umbellatarum ;* j'ai eu l'occasion d'en rencontrer sur le *Daucus Carota*, le *Pimpinella Saxifraga L.*, le *Torilis Anthriscus Gmel.;* les modifications sont tout à fait comparables pour ces trois espèces et je ne les décrirai que chez la Carotte.

Les deux carpelles peuvent être attaqués en même temps, mais le plus souvent un seul est infesté (Pl. VIII, fig. 9); il se renfle, devient vésiculeux et acquiert une teinte rougeâtre lorsqu'il a sa taille maxima ; les côtes de l'akène s'atténuent, ainsi que les épines qui sont situées sur leurs crêtes, au point que le carpelle attaqué peut être parfaitement lisse. Lorsque les deux carpelles voisins logent chacun une larve ils se développent de la même manière et restent symétriques, mais quand un seul est infesté il s'allonge beaucoup plus que celui qui reste normal contre lui ; ce dernier s'allonge bien un peu, entraîné par la croissance de l'autre, mais comme sa croissance n'augmente pas du côté externe il devient arqué ; quoique ne contenant pas de larves il arrive souvent cependant qu'il présente, atténués, les caractères des carpelles infestés ; c'est ainsi que ses côtes et ses épines peuvent être moins développées. Les ovaires contenant une larve ne présentent pas trace de graine ; ceux qui, tout en restant indemnes, leur sont accolés peuvent contenir une graine normalement développée ou seulement les restes d'une graine incomplètement formée.

En général, l'akène sain est arrivé à sa maturité alors que la larve habitant l'ovaire voisin ne l'a pas encore quitté pour aller achever en terre son évolution. On a alors accolés un akène sec et une masse vésiculeuse à paroi bien vivante ; la larve, en déterminant la croissance de l'ovaire qu'elle habite, en prolonge donc la durée de vie ; c'est un caractère très général de ces associations parasitaires.

En s'agrandissant, la paroi carpellaire ne garde pas ses caractères anatomiques normaux et le tissu qu'on est habitué à regarder comme ayant une distribution constante, le tissu sécréteur, subit les plus grandes modifications dans la structure de ses éléments et dans leur arrangement.

Rappelons la structure d'un carpelle normal (Pl. VIII, fig. 10 et 11) : il offre en coupe transversale cinq côtes correspondant à un nombre égal de faisceaux libéro-ligneux ; en dehors de chacun de ces faisceaux se trouve un canal sécréteur à section étroite, circulaire, limité par six cellules en moyenne ; l'axe de la cloison commune aux deux carpelles est occupé par un faisceau libéro-ligneux. Alternant avec les premières côtes s'en trouvent quatre autres plus développées, dans chacune desquelles existe un canal sécréteur très large à section triangulaire, limité par vingt cellules environ, à parois épaisses ; chaque carpelle possède deux autres canaux analogues plus petits situés dans la cloison commune et ne correspondant par conséquent pas à des côtes externes. Les côtes s'atténuent beaucoup dans les carpelles attaqués (Pl. VIII, fig. 10 et 12) ; le sclérenchyme, qui est bien développé normalement dans leur partie externe, le devient beaucoup moins ; la cutine des cellules épidermiques est aussi moins épaisse, le parenchyme augmente beaucoup d'épaisseur, par la multiplication du nombre des assises, et non pas par l'hypertrophie de ses cellules qui conservent leurs dimensions ordinaires.

Les faisceaux libéro-ligneux deviennent plus diffus; les vaisseaux ligneux *v.l.* et libériens sont rassemblés par petits groupes séparés par du parenchyme; entre les vaisseaux du bois, ce parenchyme peut ne pas prendre de caractères spéciaux, ou bien être formé par des cellules allongées qui rayonnent autour des vaisseaux et semblent avoir été étirées par l'écartement de ces vaisseaux. En plus de ces faisceaux normaux *f*, qui se trouvent plus ou moins dissociés, les carpelles attaqués présentent de nombreux faisceaux accessoires intermédiaires *f'*, pouvant apparaître en particulier en dedans des grands canaux sécréteurs; leur nombre peut devenir considérable; on en compte jusqu'à 25 pour un carpelle; ils offrent d'ailleurs les mêmes caractères que les faisceaux fondamentaux.

Les canaux sécréteurs correspondant aux faisceaux libéro-ligneux des carpelles sains deviennent plus larges, leurs cellules de bordure moins régulières dans leur forme et leur arrangement. La section des autres canaux sécréteurs des carpelles sains cesse d'être triangulaire pour devenir circulaire; leurs dimensions peuvent augmenter ou diminuer au contraire; leurs cellules de bordure ont leurs parois plus minces; alors que 3 ou 4 assises seulement séparent ces canaux, à l'état normal, de la cavité ovarienne, ils peuvent en être séparés par plus de 20 dans les carpelles transformés. De même qu'il apparaît des faisceaux accessoires, de nombreux canaux sécréteurs *c.s'.* sont surajoutés; en général, chaque faisceau nouveau est accompagné d'un canal sécréteur; mais aucune loi fixe ne règle la distribution des canaux sécréteurs par rapport à celle des faisceaux accessoires; leur caractère le plus constant est qu'ils n'apparaissent pas à un niveau plus interne que les faisceaux. Ils sont constitués par un nombre très variable de cellules de bordure (de 3 à 10), qui offrent des formes irrégulières et ne constituent pas, le plus souvent, une assise circulaire nette, comme cela a lieu pour les canaux sécréteurs normaux. J'en ai trouvé qui se différenciaient jusque dans le parenchyme intercalé entre les vaisseaux ligneux.

La zone externe du parenchyme sain contient de gros grains d'amidon ; ceux-ci deviennent plus petits dans les carpelles attaqués ; la zone interne amylacée augmente d'épaisseur ; les parois de certaines cellules délimitant la cavité ovarienne sont détruites par la larve ; les cellules internes peuvent s'allonger beaucoup et former des sortes de poils qui restent appliqués contre les autres cellules ; dans quelques cas, elles constituent de véritables poils (Pl. VIII, fig. 14) libres qui font saillie dans la cavité de l'ovaire ; ils sont simples ou se ramifient en 3 ou 4 branches; c'est surtout dans la région de la cloison commune aux deux akènes qu'ils apparaissent; ils sont gorgés d'amidon ou de leucites arrondis, colorés en brun acajou par l'acide osmique, tels que ceux qui se trouvent en abondance dans l'albumen de la même plante ; ils appartiennent à la catégorie des leucites sans cristaux protéiques, à pigment amorphe, décrits par M. Courchet (1), par exemple dans les cellules du péricarpe du *Passiflora cærulea* et les fruits du *Cucurbita Pepo*. Ces poils servent, selon toute vraisemblance, sous quelque forme qu'ils se présentent, à la nourriture de la larve.

En résumé, les ovaires de Carotte, dans lesquels se développe une larve de l'*Asphondylia Umbellatarum*, présentent comme modifications principales :

---

(1) Courchet, *Recherches sur les chromoleucites* (Ann. sc. nat. Bot., 7e sér.' VII, 1888, p. 203).

1° *Une hypertrophie de la paroi* par l'augmentation du nombre des cellules;

2° *Une augmentation du nombre des faisceaux libéro-ligneux*, qui sont en même temps plus ou moins dissociés;

3° *Une augmentation du nombre des canaux sécréteurs;*

4° *Un faible développement du sclérenchyme et de la chlorophylle;*

5° *Un grand développement de la zone interne amylacée*, qui prend nettement des caractères de zone nourricière de la larve.

Veronica serpyllifolia L.

Attaqué par une *Cecidomyia Trail.*

Des larves d'une Cécidomyie d'espèce non déterminée par les cécidiologues vivent entre les feuilles ou les boutons des rameaux terminaux; elles arrêtent le développement de ces rameaux et modifient les organes entre lesquels elles se trouvent.

Les sépales ne sont plus aussi verts; les pétales acquièrent un contour irrégulier; leur nervation est plus simple, mais comporte des nervures courant tout le long des bords et ne se trouvant pas dans les pétales normaux; quelques poils courts unicellulaires ou bicellulaires apparaissent sur le bord des pétales, sous l'influence des larves. Les étamines saines ont un filet qui va s'évasant de bas en haut; celui des étamines attaquées est renflé et beaucoup plus, relativement, dans sa partie inférieure, de sorte qu'il devient au contraire plus étroit au voisinage de l'anthère, dont les dimensions diminuent. Le pistil conserve à peu près sa forme dans sa partie ovarienne, mais le style peut ne pas se développer du tout.

Les modifications anatomiques sont plus importantes que ces changements morphologiques. Les sépales acquièrent une épaisseur à peu près double; à l'état sain, ils sont constitués par deux épidermes à cellules de forme irrégulière, entre lesquelles se trouve un parenchyme à nombreux grains de chlorophylle. Les épidermes deviennent plus réguliers dans les sépales attaqués; la chlorophylle peut disparaître complètement dans le parenchyme. Le faisceau des nervures est moins développé, le nombre des vaisseaux est en particulier plus petit.

Les pétales des fleurs abritant des larves présentent deux épidermes semblables et deux assises de parenchyme, entre les cellules desquelles existent des méats, alors que dans les pétales sains l'épiderme interne est très papilleux et que les cellules du parenchyme sont polyédriques et exactement appliquées les unes contre les autres.

Les anthères sont toujours stériles, mais le plus souvent elles développent leur assise mécanique, avec plus ou moins d'épaississements ligneux, et les grains de pollen arrivent à un stade voisin de leur constitution normale; mais ils se dessèchent avant de l'acquérir, souvent au moment où leur paroi s'étant formée il n'existe encore qu'un noyau. Dans des cas plus rares, on retrouve les cellules mères arrêtées aux différents stades, comme nous l'avons observé plusieurs fois; c'est ainsi que l'assise mécanique ne se différencie pas, que l'assise plus interne évolue en cellules parenchymateuses et qu'en dedans d'elles existent les cellules mères qui ont avorté. Ces cellules mères aussi, peuvent, au lieu de régresser, se transformer en cellules de parenchyme.

Le sac embryonnaire se dessèche toujours de bonne heure et l'ovule à sa suite.

Cerastium vulgatum L.

Attaqué par le *Cecidomyia Lotharingiæ Kieffer*

(Planche VII, fig. 13 à 18).

Cette Cécidomyie vit à l'état larvaire dans les bourgeons terminaux de différentes espèces de *Cerastium;* lorsque ces bourgeons sont assez développés pour contenir des fleurs, celles-ci subissent dans leurs diverses parties des modifications considérables, surtout au point de vue anatomique. Leurs pédoncules restent courts, et elles sont recouvertes par les feuilles voisines qui forment une masse terminale plus ou moins ovoïde.

La cutine de l'épiderme interne des sépales, qui à l'état sain est très épaisse (15 μ), diminue beaucoup et peut même disparaître complètement (Pl. VII, fig. 13 et 14) ; le parenchyme devient un peu plus épais, la chlorophylle subsiste. Les pétales n'acquièrent pas de lacunes dans leur parenchyme, qui double d'épaisseur, sans que le nombre des assises varie ; les noyaux augmentent dans les mêmes proportions que les cellules; il n'apparaît pas de chlorophylle (Pl. VII, fig. 15 et 16).

Les étamines sont toujours stériles; les grains de pollen arrivent ordinairement à se former; mais, ou bien ils se vident de leur protoplasma et se trouvent réduits à leur paroi qui s'affaisse, ou bien ils se transforment en cellules semblables à celles du parenchyme (Pl. VII, fig. 17) ; leur noyau est très gros et offre un nucléole très net, leur paroi ne prend pas les caractères des grains polliniques. Dans quelques cas, on observe à l'intérieur des grains de pollen, à exine presque normalement constituée, deux noyaux (Pl. VII, fig. 18); l'un *n.m.* est alors dense, sa chromatine est compacte et il est fortement coloré par le carmin; l'autre *n.v.* a les caractères des noyaux des cellules végétatives transformés par l'action du parasite; sa chromatine est en grains isolés, à la périphérie, le nucléole est très gros; on est tenté d'admettre que le premier est le noyau mâle qui, sous l'influence parasitaire, périt sans se transformer; l'autre, le noyau végétatif, qui, par sa nature même, peut subir les mêmes modifications que ceux des cellules du parenchyme.

Les carpelles n'acquièrent pas l'épaisse cutine qui se développe à l'état normal dans les cellules de l'épiderme externe; les ovules apparaissent à l'état de simples émergences dont les cellules sont semblables à celles des sépales et des pétales attaqués. On trouve d'assez nombreux cristaux maclés d'oxalate de chaux dans le connectif et les parois carpellaires attaquées; ces cristaux sont moins gros que ceux de même substance qui se rencontrent à l'état sain dans les bractées et les sépales, et qui ne s'y trouvent plus quand ces organes ont subi l'action des larves de Cécidomyie.

En résumé, les principales modifications que nous venons de signaler sont :

1° *L'hypertrophie des organes attaqués ;*

2° *La transformation des cellules mâles en cellules parenchymateuses ;*

3° *La manière d'être différente du noyau mâle et du noyau végétatif des grains de pollen sous l'action parasitaire.*

Lychnis dioica L.

Attaqué par le *Diplosis Steini Karsch.*
(Planche VII, fig. 19 à 27).

Les pieds mâles et femelles du *Lychnis dioica* sont assez souvent infestés par les larves du *Diplosis Steini;* celles-ci vivent entre les feuilles ou les fleurs terminales ; ces feuilles et ces fleurs forment alors une masse renflée couverte de poils abondants et longs, les différents entre-nœuds terminaux restant très courts; suivant le développement que présente la plante au moment où les larves éclosent, les fleurs apparaissent ou non ; quand elles ont eu le temps de se différencier, elles subissent de notables modifications.

Au lieu d'être allongé (Pl. VII, fig. 19), le calice devient absolument sphérique (Pl. VII, fig. 20) ; ses dimensions sont, par exemple, $1^{cm},5$ sur $1^{cm},5$, au lieu de $1^{cm},5$ sur $0^{cm},5$; ses dents sont très larges à la base et ne sont plus pointues comme pour les sépales sains. Il est sur toute sa surface couvert de nombreux poils formant un épais feutrage ; les sépales sains portent aussi des poils, mais moins serrés ; ils sont toujours pluricellulaires (3 à 12 cellules), n'offrent pas de ramifications et sont de deux sortes ; la cellule terminale des uns est effilée, se terminant insensiblement en pointe. celle des autres prend la forme d'un bouton arrondi, devient renflée et glanduleuse. Les premiers poils deviennent très nombreux sur les sépales attaqués; ils peuvent s'allonger beaucoup et se ramifier; les autres ne sont plus uniformément distribués et se rencontrent surtout à la partie terminale du calice.

L'entre-nœud sépalo-pétalaire, normalement bien développé dans les fleurs mâles, est très réduit ou même nul. Les pétales (Pl. VII, fig. 21 et 22) sont épaissis comme les sépales et prennent des formes très variées; leur onglet disparaît le plus généralement; ils sont élargis dès la base et leur contour présente des lobes plus ou moins profonds, irrégulièrement disposés; des poils se développent aussi à leur surface, quelques-uns seulement terminés par une cellule glanduleuse, le plus grand nombre à cellule terminale ordinaire, mais moins effilée que pour les poils des sépales et souvent même renflée en massue.

Les fleurs mâles et femelles présentent les mêmes modifications dans leur calice et leur corolle.

Les étamines (Pl. VII, fig. 23 et 24) ont un filet qui reste souvent très court et une anthère qui s'épaissit surtout à la base et prend ainsi un contour triangulaire; elle peut se réduire beaucoup et se confondre avec la partie supérieure épaissie du filet; toutes les régions des étamines peuvent se couvrir de poils, qui offrent les mêmes caractères que pour les pétales.

Les carpelles, à l'inverse des étamines, évoluent souvent normalement, et le fruit arrive à son complet développement avec des graines bien constituées; cependant ils peuvent aussi rester inféconds et se couvrir de poils en prenant une forme sphérique ou allongée et côtelée.

Ces transformations extérieures sont toujours accompagnées de modifications importantes dans les tissus.

L'épaisseur des sépales est doublée en moyenne; le parenchyme ne devient jamais aussi lacuneux que dans les sépales sains; la chlorophylle est moins abondante, formée de grains plus petits, qui par contre apparaissent jusque dans les cellules épidermiques; les nervures principales possèdent des faisceaux à bois plus développé et dissocié; elles ne s'épaississent pas, proportionnellement, autant que le reste des sépales, et, par suite, sont moins apparentes sur le contour du calice.

Les pétales acquièrent une épaisseur quadruple, par l'hypertrophie de leurs cellules, le noyau s'accroissant dans la même mesure que la paroi; des grains de chlorophylle peuvent s'y constituer, surtout dans les régions poilues, ils y ont la même apparence que dans les sépales attaqués.

Les anthères sont toujours stériles et indéhiscentes, les grains de pollen n'arrivant jamais à leur formation définitive et la paroi des sacs polliniques ne différenciant pas d'assise mécanique; nous retrouvons ici les cellules mères ou les grains de pollen arrêtés à leurs différents stades de développement; il est inutile de revenir sur ces phénomènes. Quelquefois (Pl. VII, fig. 25), au milieu d'un massif de cellules mères avortées, une d'entre elles a continué à évoluer, mais elle ne donne pas naissance à des grains de pollen et se transforme en une cellule parenchymateuse tout à fait semblable à celles des parois; ce phénomène pouvant se produire pour toutes les cellules saines, on observe un sac pollinique plein, complètement parenchymateux, dans lequel apparaît, comme dans le connectif, de la chlorophylle; enfin, au milieu de chacun de ces massifs remplaçant les cellules sexuelles, on peut trouver un faisceau libéro-ligneux; on a alors 5 faisceaux dans l'anthère, y compris le faisceau normal, et qui sont orientés comme ceux qu'on rencontre de la même façon dans les anthères du *Sinapis arvensis* attaquées par le *Cystopus candidus*.

Enfin, j'ai observé dans une anthère (Pl. VII, fig. 26 et 27) des phénomènes que je n'ai rencontrés nulle part ailleurs; il n'existait de chaque côté du connectif qu'un sac pollinique, soit qu'un seul se soit développé, soit qu'il y ait eu fusion des deux sacs voisins. Dans la cloison séparant ces deux sacs polliniques existaient deux faisceaux libéro-ligneux f_1, f_2, dont un des bords formait une partie du contour interne du sac pollinique; ces faisceaux étaient orientés d'une manière inverse du faisceau du connectif; un des sacs polliniques présentait de plus, dans la région externe de sa paroi, un second faisceau f_3 diamétralement opposé au premier et orienté de la même façon. Il est assez singulier de rencontrer ainsi la cavité d'un sac pollinique délimitée en un point par des vaisseaux ligneux et libériens.

Dans tout le connectif des anthères attaquées, on observe de nombreux cristaux maclés d'oxalate de chaux; c'est encore un fait que nous avons plusieurs fois signalé.

La paroi des carpelles sains et jeunes est constituée par un épiderme externe à cellules très allongées perpendiculairement à la surface, une assise sous-épidermique formée de cellules à section carrée, un parenchyme sans méats, dont l'assise la plus interne est formée de cellules aplaties, analogues à celles de l'épiderme interne. Les cloisons internes des carpelles, on le sait, disparaissent de bonne heure, des cristaux d'oxalate de chaux se développant dans leurs cellules.

Les carpelles attaqués offrent une structure très différente: la paroi de l'ovaire s'épaissit sans que le nombre des assises augmente; les cellules épidermiques externes qui s'allongent en poils sont, dans leur partie basilaire, aplaties parallèlement à la surface; toutes les cellules du parenchyme s'arrondissent et laissent entre elles des méats bien développés; les cellules de l'épiderme interne forment une assise moins régulière que dans les carpelles sains. Les cloisons internes peuvent subsister et il ne s'y forme que de rares cristaux maclés. Les ovules se dessèchent de bonne heure dans ces carpelles attaqués, le sac embryonnaire s'atrophiant en premier lieu.

En résumé, sous l'action du *Diplosis Steini*, les fleurs du *Lychnis dioica* offrent les principales modifications suivantes:

1° *Hypertrophie des organes végétatifs*, sans multiplication du nombre des assises; modification de la chlorophylle;

2° *Arrêt de développement des cellules sexuelles mâles*, leur transformation possible en cellules de parenchyme et même en vaisseaux conducteurs;

3° *Arrêt de développement des cellules sexuelles femelles*, mais moins général que pour les grains de pollen.

Scabiosa columbaria L.

Attaqué par le *Cecidomyia Scabiosæ Kieffer.*

J'ai observé les larves de cette Cécidomyie sur un grand nombre de pieds de *Scabiosa columbaria;* elles y sont logées dans les parties terminales des rameaux, entre des feuilles ou des capitules; les feuilles sont repliées de façons variées, élargies et épaissies, ainsi que les bractées de l'involucre et celles des fleurs; tous ces organes, ainsi que les fleurs attaquées qui restent à l'état de boutons hypertrophiés, sont couverts de nombreux poils formant un feutrage blanc à leur surface.

Dans les plantes saines, l'axe florifère principal, terminé par un capitule, porte, en dessous de ce capitule, deux feuilles opposées, à l'aisselle de chacune desquelles se développe une inflorescence. Supposons qu'à l'époque où le capitule axial était entre les deux feuilles encore rapprochées, son pédoncule ne s'étant pas encore développé, la Cécidomyie ait pondu ses œufs à la base des deux feuilles, et d'autre part entre ces feuilles à une petite distance de leur extrémité; les larves provenant des œufs déposés à la base des feuilles amènent une hypertrophie dans cette région, le pédoncule florifère axial ne s'allonge pas, les capitules latéraux ne se développent pas; les deux feuilles dépassent beaucoup le capitule qui est devenu sessile et deviennent libres, sauf dans la région où des œufs ont été pondus entre les deux faces qui étaient au contact, le feutrage des poils, qui se sont produits autour de la région occupée par les larves, les maintenant l'une contre l'autre. On a ainsi une forme qui est souvent réalisée pour cette cécidie.

Les larves rongent les tissus qui les entourent, et c'est dans la zone bordant ces régions rongées que se développent de nombreux poils allongés, unicellulaires ou bicellulaires.

Les bractées de l'involucre, normalement étroites et allongées, peuvent devenir cinq fois plus larges dans leur partie basilaire; leur parenchyme peut être composé de 20 assises au lieu de 12 en moyenne; il peut exister 5 faisceaux libéro-ligneux au lieu de 3. Dans les bractées saines, les cellules du parenchyme contiennent de la chlorophylle bien développée, en gros grains, l'endoderme, qui est bien net, et les cellules comprises entre ce dernier et l'épiderme externe, au niveau de la nervure principale, possèdent au contraire des grains moins nombreux et plus petits; le parenchyme des bractées transformées contient uniquement cette deuxième forme de chlorophylle et l'endoderme est bien moins défini. Les bractées des fleurs offrent des modifications analogues.

Les dents du calice qui, à l'état normal, sont formées par des arêtes étroites et raides, deviennent plus épaisses et plus molles et peuvent se couvrir de poils courts. Une coupe transversale dans l'arête saine du calice nous la montre délimitée par un épiderme fortement cutinisé, en dedans duquel se trouve un massif de cellules toutes semblables et au centre un vaisseau ligneux; sous l'influence des larves, l'épiderme perd son épaisse cutine et on distingue une écorce dont les cellules, laissant entre elles des méats, contiennent de la chlorophylle, et un cylindre central dont le bois est formé par trois ou quatre vaisseaux.

La corolle, qui s'épaissit aussi très sensiblement, offre un plus grand développement de son parenchyme, qui ne devient jamais aussi lacuneux que dans les fleurs normales; contrairement à ce qui arrive d'ordinaire, les nervures ont leur tissu moins distinct du parenchyme qui les entoure; très petites dans la corolle saine, leurs cellules deviennent presque aussi grandes que celles du parenchyme environnant; les vaisseaux du bois sont environ trois fois plus larges, de plus les pétales acquièrent de la chlorophylle.

Les étamines sont stériles; des poils peuvent se développer sur le connectif et les sacs polliniques, le plus généralement ces derniers sont réduits à leur épiderme, les grains de pollen ont une paroi bien constituée, à l'intérieur de laquelle se trouve une masse protoplasmique nulle ou très réduite, avec un ou deux noyaux pariétaux.

La paroi carpellaire et la collerette présentent des modifications anatomiques du même ordre que les autres organes; l'ovule, qui a d'ailleurs tous les caractères d'un ovule bien constitué, ne se transforme jamais en graine.

Tanacetum vulgare L.

Attaqué par l'*Hormomyia Tanaceticola Karsch.*

(Planche VII, fig. 28 à 30).

Ce Diptère pond ses œufs sur les capitules du *Tanacetum;* il en dépose un à l'intérieur de une, deux ou rarement trois fleurs *f* par capitule, et en détermine un accroissement très remarquable (Pl. VII, fig. 28). Alors que les fleurons ont environ $4^{mm},5$ de long sur $0,^{mm}75$ de large, ceux dans lesquels se développe une larve atteignent $12^{mm},5$ de long sur 4^{mm} de diamètre. On n'y reconnaît plus de région ovarienne, la paroi du fleuron délimitant une seule cavité au fond de laquelle se tient le parasite; la région du réceptacle située autour du fleuron attaqué peut être entraînée par le développement de ce dernier, et la base du tube dans lequel vit la larve est formée par une partie du réceptacle; ce qui le prouve bien est que dans cette région du tube s'insèrent des fleurons sains; on peut même rencontrer des fleurs normales prenant leur insertion vers la moitié du tube et même plus haut (Pl. VII, fig. 29).

Les fleurons ainsi transformés acquièrent une couleur verte dans la région basilaire, rouge intense dans la partie terminale. Ils sont terminés par cinq lobes pétalaires très nets, et la gorge de la corolle est fermée par une touffe circulaire de poils blancs, qui naissent en très grand nombre sur l'épiderme interne; ces poils, mesurant en longueur 1 millimètre, sont ordinairement constitués par deux ou trois cellules basilaires courtes et une longue cellule terminale, légèrement fusiforme. On ne trouve plus trace à l'intérieur d'étamines ni d'ovule.

A la maturité, la paroi des fleurons ainsi attaqués mesure environ $0^{mm},6$ d'épaisseur et se trouve constituée par une vingtaine d'assises de cellules (Pl. VII, fig. 30); on n'y reconnaît plus de poches sécrétrices et la structure anatomique est toute différente. Dans la région basilaire, où se tient la larve, on trouve, en dessous d'un épiderme externe à petites cellules, une zone de parenchyme chlorophyllien à cellules arrondies et de dimensions très variables dans la partie externe, à cellules allongées radialement dans la partie interne, puis une zone de sclérenchyme comprenant environ six assises. Ce sclérenchyme *scl.* ne se forme que dans la région qui est en contact avec la larve; plus haut, là où se développe le feutrage de poils, il n'apparaît pas. Il ne se différencie qu'après que le parasite a déterminé l'hypertrophie de la paroi, et à une certaine distance de l'épiderme interne; les cellules qui se trouvent en dedans de cette zone,qui épaissit et lignifie les parois de ses cellules, disparaissent, détruites par la larve ; le tissu de sclérenchyme a en quelque sorte pour rôle de faire la part de ce qui doit être dévoré par la larve, de préserver contre elle les tissus plus externes, et aussi de constituer une loge résistante dans laquelle la larve se transforme en nymphe.

La cécidie déterminée sur les feuilles du Hêtre par un autre *Hormomyia* (*H. Fagi*) présente des caractères anatomiques analogues; c'est sans doute à la nature voisine de ces deux espèces de parasites qu'il faut rapporter cette analogie; elle est d'autant plus frappante qu'il est très rare de voir se développer un tel sclérenchyme dans les cécidies florales.

Spiræa Ulmaria L.

Attaqué par le *Cecidomyia Engstfeldi Rübs.*

(Planche VIII, fig. 15 et 16).

Cette Cécidomyie, qui dépose normalement ses œufs à la surface inférieure des feuilles de Spirée où les larves déterminent des renflements à l'intérieur desquels elles vivent, peut se développer accidentellement dans les fleurs de la même plante; les modifications qu'elle apporte dans le calice et le réceptacle de ces fleurs sont de même nature que celles qu'on observe dans les cécidies de la feuille.

Les larves déterminent un épaississement de la région où elles vivent; la fleur devient alors irrégulière, de nombreux poils apparaissent à la surface externe des parties hypertrophiées qui acquièrent une coloration rosée ou rouge; certains organes internes peuvent ne pas se développer; si, par exemple, la larve se tient latéralement dans la fleur, les pétales, les étamines et les carpelles de cette région sont empêchés d'arriver à leur constitution normale ou disparaissent complètement.

Les sépales sains (Pl. VIII, fig. 15) sont constitués par six assises de cellules, deux assises épidermiques à cellules relativement petites et quatre assises de parenchyme chlorophyllien; ils mesurent environ 70 μ d'épaisseur; cette épaisseur peut être de 200 μ pour la région attaquée des sépales (Pl. VIII, fig. 16), qui comprennent alors jusqu'à quinze assises, dont presque toutes sont formées par des cellules arrondies, gorgées d'amidon. Les cellules de l'épiderme externe sont fréquemment prolongées par des poils allongés, unicellulaires; celles de l'épiderme interne, en contact avec la larve, sclérifient fortement leur membrane qui peut atteindre 5 μ d'épaisseur; ces cellules ainsi sclérifiées sont très irrégulières de forme; elles peuvent rester petites et isodiamétrales, ou bien s'allonger perpendiculairement à la surface, en se renflant de manières variées vers l'extrémité. Les cellules qui sont situées en dessous de cet épiderme interne épaississent aussi, en la lignifiant, leur paroi. Ce sclérenchyme épidermique *ép. i.* et sous-épidermique se retrouve dans les cécidies foliaires de la même larve.

Parmi les pétales qui se développent, ceux qui prennent naissance en une région voisine de celle où se tient la larve subissent un épaississement de leur limbe. A l'état sain un pétale présente deux épidermes papilleux (surtout l'épiderme interne) et environ trois assises de parenchyme sans méats, à cellules aplaties suivant le plan du limbe ; dans les pétales qui sont épaissis, les épidermes deviennent moins papilleux et les cellules de parenchyme, dont le nombre peut augmenter légèrement, sont arrondies et laissent entre elles des méats.

Certaines étamines qui s'insèrent sur les bords de la région attaquée, ont leur pollen atrophié ; toutes les parties qui sont opposées à cette région sont normalement constituées.

RÉSUMÉ RELATIF AUX DIPTÉROCÉCIDIES FLORALES

Les Diptérocécidies que nous avons étudiées se distinguent nettement des autres Zoocécidies par le peu de modifications morphologiques que subissent les fleurs attaquées ; nous n'avons pas rencontré de cas de phyllodie analogues à ceux que nous avons observés chez les Hémiptérocécidies, et dont nous constaterons l'existence chez les Phytoptocécidies.

Les organes attaqués subissent le plus souvent une hypertrophie sans que les caractères essentiels de leur structure soient modifiés.

Les cellules hypertrophiées ont un protoplasma plus abondant, un noyau plus gros, un nucléole plus distinct.

La chlorophylle qu'on y rencontre est toujours en grains plus petits que dans les organes sains ; elle se transforme souvent en pigments vers la surface éclairée des organes externes (*Lotus*, *Daucus*, *Tanacetum*, *Spiræa*).

D'après leurs caractères généraux nous pouvons diviser les Diptérocécidies étudiées en 4 groupes :

1° Dans les cécidies de *Raphanus*, *Sisymbrium*, *Lotus*, *Daucus*, on observe des fleurs entières ou des organes particuliers de la fleur (carpelles de *Daucus*) qui s'hypertrophient sans prendre de caractères spéciaux très apparents à première vue.

2° Dans les cécidies de *Veronica* et de *Cerastium*, les fleurs attaquées ne sont pas visibles ou le sont peu, étant entourées par des feuilles qui forment une masse globuleuse à la partie supérieure de la tige.

3° Les cécidies de *Lychnis* et de *Scabiosa* se distinguent par la formation de poils nombreux.

4° Celles de *Tanacetum* et de *Spiræa* sont caractérisées par l'apparition de sclérenchyme.

CHAPITRE SIXIÈME

PHYTOPTOCÉCIDIES FLORALES.

C'est surtout aux travaux récents de M. A. Nalepa et de M. Canestrini qu'on doit les notions exactes que nous avons actuellement sur les Phytoptides ; mais ces auteurs ne se sont placés qu'au point de vue zoologique. De nombreux savants, MM. Thomas, Massalongo, Schlechtendal, Kieffer, Löw, se sont occupés de la description sommaire de nombreuses Phytoptocécidies florales.

M. Peyritsch (1) a montré que des fleurs infestées artificiellement par des *Phytoptus* pouvaient présenter des phénomènes de duplicature.

Il n'existe, pas plus que pour les Diptérocécidies, de travaux concernant les transformations anatomiques subies par les fleurs, sous l'influence de Phytoptides.

Capsella Bursa-pastoris Mœnch.

Attaqué par le *Phytoptus longior Nal.*

(Planche XII, fig. 16 et 17).

Le port de cette plante est complètement modifié par l'action du *Phytoptus longior ;* les axes florifères secondaires sont plus nombreux et les diverses inflorescences sont souvent réduites à une masse ovoïde formée par les feuilles devenues fortement concaves, dont les externes recouvrent toutes les autres, les entre-nœuds restant très courts ; à l'aisselle de ces feuilles, à la surface desquelles se développent de nombreux poils, naissent des fleurs profondément atrophiées.

Ce n'est que rarement (Pl. XII, fig. 16) que l'extrémité de l'inflorescence se dégage de cette masse compacte, en laissant apercevoir les différentes fleurs *f'*; ces dernières sont virescentes et sont souvent réduites aux quatre sépales qui prennent la forme de petites feuilles velues; on peut trouver en dedans de ces sépales un ou deux pétales et une étamine pétaloïde, qui ont la même apparence que les sépales. Assez rarement tous les organes floraux sont représentés; les deux carpelles sont alors séparés, au moins dans leur partie terminale, et à leur intérieur l'axe se continue, portant quelques petites feuilles. Souvent au contraire les fleurs sont complètement atrophiées *f*, et on n'y reconnaît plus que de tout petits sépales.

---

(1) Peyritsch, *Ueber künstliche Erzeugung von gefüllten Blüten* (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, 1888, p. 597).

Tous les organes floraux se couvrent de nombreux poils, comme les feuilles attaquées; la plupart de ces poils sont unicellulaires, plus ou moins tordus, se terminent en pointe, et offrent souvent, à quelque distance de leur extrémité, un renflement en forme d'ampoule (Pl. XII, fig. 17); il n'est pas rare qu'ils se ramifient dans une région assez éloignée de leur base et présentent deux branches en V; à côté de ces poils allongés, s'en trouvent d'autres également unicellulaires, mais dont la base, qui reste courte, se ramifie en deux branches s'étalant de façon à donner au poil la forme d'un T surbaissé; chacune de ces branches secondaires peut à son tour se ramifier, presque aussitôt après sa naissance, en deux nouvelles branches.

Les organes floraux transformés, sauf les sépales, prennent, en se développant au contact du *Phytoptus*, une forme des plus irrégulières; leurs bords se replient et se divisent en lobes d'une façon capricieuse. Dans les étamines virescentes on reconnaît ordinairement le filet sous forme d'une lame étroite, allongée, et l'anthère transformée en une lame plus large, plus épaisse et courbée vers l'intérieur de la fleur. Les feuilles carpellaires, dont les bords sont repliés en dedans, offrent sur ces bords de simples émergences correspondant aux ovules.

Tous les organes transformés, feuilles, sépales, pétales, étamines et carpelles virescents, acquièrent dans cette cécidie les mêmes caractères anatomiques; toutes les cellules constituant le parenchyme deviennent semblables entre elles, polyédriques, sans méats; leur protoplasma est très granuleux, sans grandes vacuoles; leur noyau devient relativement gros, à grains de chromatine isolés, et acquiert un nucléole très net, caractères que nous avons déjà maintes fois signalés, en particulier dans les Diptérocécidies. Les grains de chlorophylle, quand ils existent, sont petits et d'une couleur pâle.

Dans ce cas, les anthères, ordinairement virescentes, ne présentent pas trace de sacs polliniques; il peut arriver que certaines étamines se développent sans subir de virescence; les sacs polliniques, qui peuvent alors se réduire à deux, symétriques par rapport au connectif, offrent les phénomènes d'atrophie qui nous sont familiers; les cellules mères ne peuvent achever leur évolution et constituent en mourant une masse protoplasmique dans laquelle on a peine à reconnaître les différents noyaux, et qui se trouve séparée de l'extérieur par une paroi formée de l'assise épidermique et de l'assise sous-épidermique, cette dernière ne se différenciant pas en assise mécanique.

En résumé, les fleurs du *Capsella Bursa-pastoris* sous l'action du *Phytoptus longior* présentent les modifications suivantes :

1° *Virescence ou atrophie complète de leurs organes.*

2° *Les cellules mères des grains de pollen ne se développent pas ou périssent.*

3° *Les cellules du parenchyme* de tous les organes transformés *prennent des caractères particuliers* qui doivent être en rapport avec leur nouveau rôle, qui est de nourrir le parasite.

Geranium dissectum L.

Attaqué par le *Cecidophyes Schlechtendali Nal.*
(Planche XIII, fig. 1 à 7).

J'ai rencontré en abondance au mois d'août la Phytoptocécidie qui va nous occuper, dans la forêt de Carnelle, devant la maison forestière des Rondeaux. Le port de la plante est légèrement modifié ; les fleurs supérieures deviennent plus velues, sont recroquevillées, leurs lobes se replient en gouttière du côté de la face supérieure ; les pédoncules floraux restent plus courts et sont plus ou moins courbés ; les fleurs sont renflées, ne s'épanouissent pas ou mal, leurs pétales ne sont pas apparents ; l'inflorescence attaquée se trouve être plus compacte et plus velue. On n'a pas encore signalé, que je sache, ce parasite sur le *Geranium dissectum.* Nalepa en fait mention dans son catalogue comme vivant sur l'*Erodium cicutarium L'Hérit.*

1° *Changements produits dans la morphologie externe.* — Les fleurs attaquées sont beaucoup plus globuleuses que les saines et sont couvertes de nombreux poils qui se développent sur toutes les parties florales.

1. *Calice.* — Les sépales sains offrent deux sortes de poils : des poils simples et unicellulaires, terminés insensiblement en pointe et qui se trouvent sur toute la surface des sépales ; d'autres poils, ordinairement tricellulaires, et dont la cellule terminale est fortement renflée en une sorte de boule ; elle est glandulaire et sécrète un liquide sucré glutineux ; ces derniers poils se trouvent surtout sur les bords des sépales et au niveau des nervures.

Les sépales attaqués, souvent inégalement développés, n'offrent presque plus de ces poils à renflement terminal ; on ne rencontre plus guère que des poils rappelant les premiers signalés chez les sépales sains, mais ces poils, dont quelques-uns sont peu modifiés, ou qui même ont tout à fait l'aspect ordinaire, sont en général fortement transformés ; ils deviennent beaucoup plus longs (1 millimètre au lieu de $0^{mm},5$), se terminent d'une façon beaucoup plus brusque par une extrémité arrondie, se courbent de diverses manières et deviennent souvent pluricellulaires (deux à quatre cellules).

2. *Corolle.* — Dans les fleurs phytoptosées, les pétales sont très réduits ; ils peuvent ne pas se développer du tout dans les boutons attaqués très jeunes, et sont toujours plus pâles que normalement, restent blancs ou deviennent très faiblement rosés, sans jamais avoir l'intensité de coloration des pétales sains. Ils ne sont jamais plans, mais bosselés et leur contour est toujours irrégulier ; leur nervation reste plus simple et se trouve réduite à trois nervures principales, une médiane et deux latérales, chacune de ces dernières venant rejoindre la première en suivant le bord de chaque lobe ; les nervures accessoires, qui partent de ces trois nervures dans les pétales sains, ne se développent pas.

Vers la base des pétales sains et sur leurs bords, se trouve de chaque côté un petit bouquet de poils ; ils sont simples et se terminent en pointe ; on les retrouve dans les pétales attaqués, mais sur tout le bord de ces pétales, quoiqu'en plus grande abondance dans les régions correspondantes où ils existent normalement ; ils subissent peu de modifications. D'autres poils très petits ($50\ \mu$) se rencontrent sur toute la surface des pétales sains ; ils sont composés de trois cellules dont l'extrême est plus grosse que les autres qui sont pour elle comme un support ; ils existent aussi sur les pétales attaqués, mais y sont beaucoup plus grands ($150\ \mu$) et peuvent être constitués par 1 à 10 cellules formant une tige terminée par une grosse cellule glanduleuse (Pl. XIII, fig. 2) ; certains de ces poils se ramifient ; il peut exister deux cellules renflées terminant un poil et s'insérant isolément sur la dernière cellule du support ; la seconde cellule renflée peut naître latéralement sur la première ; enfin, des poils ramifiés (Pl. XIII, fig. 1) ont certaines de leurs branches terminées en pointe, d'autres par une cellule renflée.

3. *Etamines.* — Normalement, elles offrent sur les bords de leur filet, dans sa partie inférieure aplatie, de nombreux poils simples, effilés, et sur la partie supérieure rétrécie des poils glanduleux analogues aux poils dont les pétales sont parsemés. Lorsque les étamines sont attaquées alors qu'elles sont déjà bien différenciées, les premiers poils se rencontrent très allongés et très élargis, les autres, également plus grands, offrent un plus grand nombre de cellules ; si les fleurs sont envahies très jeunes,sur les étamines, même à la surface de leurs anthères restant ordinairement lisses, se développent de nombreux poils des deux espèces. Les anthères se dessèchent souvent sans s'être ouvertes, en devenant noires et en restant adhérentes au filet, qui peut à son tour se dessécher et noircir, alors que les pétales restent bien vivants.

Pistil. — On trouve toutes les transitions dans les fleurs attaquées entre les carpelles normaux et des carpelles complètement libres et ouverts ; les ovaires sont toujours très peu renflés, ce qui correspond à un manque de développement des ovules ; les carpelles attaqués offrent les mêmes poils que les sains, à savoir des poils unicellulaires pointus et des poils à cellule terminale renflée ; mais ces derniers, modifiés d'ailleurs comme sur les sépales, sont beaucoup moins nombreux ; on trouve surtout des poils unicellulaires qui deviennent très longs.

2° *Changements produits dans la structure anatomique.* — A côté de ces modifications tout extérieures, qui ne changent pas en somme beaucoup l'aspect des parties attaquées, il s'en produit de profondes dans tous les tissus, et ces dernières vont nous montrer combien le parasite externe auquel elles sont dues, amène de perturbations dans la manière d'être des cellules, et non seulement de celles qui sont directement en relation avec le *Phytoptus*, mais des plus internes. Faisons, pour nous en convaincre, l'anatomie comparée des différentes parties appartenant à des plantes saines et à des plantes attaquées.

1. *Feuille.* — Le limbe d'une feuille saine a environ 90 μ d'épaisseur et comprend en moyenne six à sept assises de cellules dont les deux épidermes, deux assises palissadiques et deux à trois assises pour la zone lacuneuse ; de place en place, les cellules exodermiques supérieures en palissade sont remplacées par de grandes cellules sans chlorophylle, contenant une macle rayonnée d'oxalate de chaux.

Les feuilles attaquées ont un limbe beaucoup plus épais (200 μ en moyenne) ; le nombre des assises est quelquefois un peu plus considérable (7 à 8), mais surtout les cellules sont beaucoup plus grandes ; plus l'attaque a commencé de bonne heure, moins il y a de distinction entre les deux zones lacuneuse et palissadique ; les deux zones contiennent toujours des grains de chlorophylle. Les épidermes offrent des modifications cellulaires très nettes ; leur protoplasme devient granuleux, se colore énergiquement par le carmin, le noyau acquiert des dimensions beaucoup plus considérables ; les cellules exodermiques à cristaux d'oxalate de chaux n'existent plus. Il n'est pas rare de rencontrer des cellules épidermiques mortes et presque desséchées à côté d'autres parfaitement vivantes ; il est permis de se demander si ce ne sont pas des cellules qui, après avoir servi à la nourriture des *Phytoptus*, ont été abandonnées par ceux-ci, et n'ont pu continuer à vivre dans ces conditions, sans l'excitation qui les avait modifiées. On trouve aussi souvent des vaisseaux du bois obturés et morts ; on peut s'imaginer aussi que la circulation de la sève puisse être troublée par la vie anormale de la feuille qui s'adapte ainsi à des fonctions nouvelles.

2. *Calice.* — L'épiderme supérieur des sépales sains, vu de face, se montre comme constitué par des cellules de 100 μ de long sur 20 μ de large, à cloisons ondulées ; les cellules épidermiques attaquées sont beaucoup moins régulières ; elles ont environ 80 μ de long sur 40 μ de large. Si on fait une coupe transversale dans le sépale sain (Pl. XIII, fig. 3), on rencontre en dessous de l'épiderme supérieur présentant

des stomates au niveau des nervures, une assise *s. ép.* sans chlorophylle de cellules à macles rayonnées d'oxalate de chaux ; cette assise ne s'interrompt qu'au niveau des nervures; entre cette assise et l'épiderme inférieur existent de deux à quatre assises de tissu lacuneux ; l'épiderme inférieur présente des stomates dans toute son étendue ; l'épaisseur du limbe des sépales entre les nervures est en moyenne de 70 μ.

Cette épaisseur devient beaucoup plus grande dans les sépales attaqués (environ 120 μ) (Pl. XIII, fig. 6) ; on ne voit plus de stomates sur aucun épiderme ; toutes les cellules épidermiques internes sont différenciées dans le même sens et subissent la même transformation que les cellules épidermiques de la feuille. L'assise à oxalate devient irrégulière dans les sépales les moins attaqués, c'est-à-dire dans ceux où l'attaque a commencé le plus tard ; elle n'existe plus que par plage ; les cellules non différenciées deviennent semblables aux cellules chlorophylliennes de la zone lacuneuse ; dans les sépales les plus transformés il n'y a plus du tout d'assise à cristaux ; cette assise exodermique ne se distingue plus des autres, du moins par le contenu de ses cellules ; car celles-ci présentent le plus souvent une forme différente, allongée, rappelant celle d'une assise palissadique.

Il arrive fréquemment que les sépales présentent des épaississements locaux sur la face externe, ils sont alors produits par des cellules épidermiques qui se sont divisées, ou bien sur la face interne, où ils proviennent d'un dédoublement local de l'assise à cristaux. Les cristaux d'oxalate, qui disparaissent ainsi de l'assise exodermique interne, peuvent apparaître isolément dans d'autres régions où ils n'existent pas normalement ; on peut en rencontrer dans des cellules de n'importe quelle assise de la zone lacuneuse.

En somme l'action du *Cecidophyes* a pour résultat de rapprocher la constitution des sépales de celle d'une feuille ordinaire ; rien d'essentiel ne distingue la coupe d'une feuille de celle d'un sépale lorsque les deux organes ont été attaqués très jeunes, et si le sépale est attaqué un peu plus tardivement nous voyons se constituer une assise exodermique qui a, nous l'avons signalé, l'aspect d'une assise en palissade. Dans les feuilles comme dans les sépales atteints les grains de chlorophylle deviennent moins nombreux. Les cellules de l'épiderme interne et celles de l'épiderme externe, dans toutes les parties qui sont recouvertes par un autre sépale, c'est-à-dire toutes les cellules qui sont en contact avec le parasite, sont très agrandies (50 μ sur 30 μ au lieu de 15 μ sur 20 μ); le noyau devient énorme (par exemple 38 μ sur 8 μ au lieu de 4 μ sur 2 μ), le nucléole s'agrandissant dans les mêmes proportions.

3. *Corolle.* — Les cellules épidermiques des pétales sains, allongées à la base et vers les nervures, le sont beaucoup moins entre les nervures, et offrent des replis analogues à ceux que présentent les cellules des feuilles de Pin ; dans les pétales attaqués, cette différenciation n'existe pas ; les cellules ont toutes un contour régulier, mais ne sont plus orientées dans le sens de l'allongement du pétale. Entre les deux épidermes les pétales sains ont deux assises de cellules qui offrent, au moment de l'épanouissement de la fleur, de grands méats ; ces derniers ne se forment jamais dans les pétales attaqués dont le tissu reste compact ; les cellules épidermiques offrent toujours les mêmes modifications.

4. *Étamines.* — Les sacs polliniques sains offrent en-dessous de l'épiderme une assise mécanique qui ne se différencie jamais dans les anthères des étamines attaquées ; j'ai toujours vu dans celles-ci les grains de pollen arriver à leur formation, mais ils offrent tous les degrés d'atrophie ; ils se vident pour ainsi dire de leur protoplasma alors qu'ils sont plus ou moins bien constitués ; le contenu cellulaire apparaît très clair entre les parois normalement différenciées, mais affaissées à la façon des parois d'une outre qui se vide ; ce phénomène se produit soit avant, soit après la division du noyau primitif. On voit en *cr.* de la figure 7 de la Planche XIII, représentant un sac pollinique attaqué, une

cellule à macle d'oxalate de chaux; on n'en rencontre jamais dans le tissu des anthères saines. L'épiderme des étamines (filet et anthères) subit les modifications ordinaires, il en est de même de l'épiderme des carpelles.

5. *Pistil.* — Nous avons dit plus haut que les carpelles sont plus ou moins dissociés ; il peut arriver aussi que leur nombre soit différent de 5 (4 ou 6) ; ces variations dans le nombre des carpelles, comme dans celui des étamines, se rencontrent bien quelquefois chez les fleurs saines, mais elles sont tellement plus fréquentes dans les fleurs attaquées qu'il nous semble très fondé d'en voir la cause dans l'excitation du parasite, au voisinage du point végétatif; certains carpelles peuvent être ouverts dès la base.

On sait que les différents styles se soudent normalement et forment au centre de la colonne stylaire un tissu fibreux; les stigmates libres offrent un épiderme papilleux ; au maximum de transformation les carpelles complètement libres et ouverts n'ont pas de régions stylaire et stigmatique tranchées, ne possèdent pas de tissu fibreux correspondant à la colonne stylaire et les papilles stigmatiques sont à peine indiquées par un léger allongement des cellules épidermiques. Dans les fleurs attaquées tardivement, les parasites n'entravent pas l'allongement de la colonne stylaire qui peut même devenir très sensiblement plus longue et surtout plus grosse que normalement. Les ovules ne sont jamais fécondés et se dessèchent dans la cavité ovarienne qui continue cependant à se développer un peu, en plissant ses parois.

En résumé, le *Cecidophyes Schlechtendali* modifie toutes les parties florales du *Geranium dissectum*, les détourne de leurs fonctions ordinaires et les transforme en organes nourriciers (transformation des épidermes, des poils, etc.).

A côté de ces modifications qui sont utiles au parasite il s'en produit qui ne lui servent en rien; tels sont la diminution partielle et totale des pétales, les changements survenant dans le nombre des pétales, des étamines, des carpelles. L'hypothèse la plus naturelle qu'on soit tenté de faire pour les expliquer consiste à penser, étant donné qu'ils se produisent surtout dans les boutons attaqués très jeunes, que les parasites blessent le point végétatif et y produisent une division anormale des cellules. Nous avons dit que le type change aussi dans les fleurs saines, mais dans ce cas il change en même temps pour tous les cycles; les choses se passent beaucoup plus irrégulièrement dans les fleurs phytoptosées. J'ai cherché si on ne pourrait pas déterminer expérimentalement des changements dans le nombre des parties constitutives des cycles floraux, et j'ai tenté de les produire sur une plante de la même famille, le *Pelargonium zonale*, en comprimant simplement les jeunes boutons entre le pouce et l'index ; à la suite de ce traitement brutal la plupart des boutons se desséchaient et tombaient ; parmi ceux qui parvenaient à s'épanouir, quelques-uns offraient des modifications du genre de celles qui viennent de nous occuper ; dans l'un, par exemple, j'ai trouvé 5 sépales, 4 pétales bien développés et colorés et un fort réduit non coloré, 8 étamines et 4 carpelles; le pétale atrophié était de plus soudé à la lame formée par les filets soudés ; les *Phytoptus* amèneraient dans le point végétatif des perturbations analogues à celles qui sont produites par la compression.

J'ai observé à Perros (Côtes-du-Nord) un fait de duplicature produit nettement par la compression des jeunes boutons. De nombreux pieds de *Ranunculus Flammula* se trouvaient dans un large fossé desséché, placé entre une route et une haie ; des animaux traversaient ce fossé pour se rendre à une prairie, par une ouverture ménagée dans la haie ; sur toute la partie battue par les pieds de ces animaux presque toutes les fleurs étaient doubles, alors qu'on n'en observait pas une seule ailleurs.

J'ai répété cette expérience sur des pieds de *Ranunculus* *bulbosus* qui, piétinés souvent, pendant un mois, m'ont donné plusieurs fleurs doubles.

Daucus Carota L.

Attaqué par le *Phytoptus? Sp.*

Il n'a pas été jusqu'ici signalé de Phytoptocécidie sur la Carotte; celle que j'ai pu étudier m'a été fournie par M. Giard, qui l'a récoltée à Wimereux. Le seul *Phytoptus* signalé sur des Ombellifères est le *P. Peucedani Cn.*, qui déforme les fleurs de l'*Orlaya grandifolia* et du *Peucedanum venetum Koch*. Celui de la Carotte me paraît être une espèce distincte.

Le parasite transforme d'une manière notable les inflorescences dans lesquelles il vit, en y produisant une virescence très accentuée, analogue à celle que nous avons observée chez le *Torilis Anthriscus* attaqué par l'*Aphis? Anthrisci*. A l'état sain l'involucre est constitué par des bractées présentant un lobe médian et deux latéraux lancéolés, les involucelles par des bractées simples; lorsqu'elles ont été modifiées par le *Phytoptus* ces deux sortes de bractées ne se distinguent plus que par leur taille; elles sont toutes formées par de petites feuilles larges, crépues, à nombreuses dents aiguës, qui se disposent dans des plans différents; presque tous les rayons des ombellules se prolongent au delà de la fleur qui les termine normalement, par un certain nombre (jusqu'à 5 ou 6) de pédoncules floraux secondaires, qui peuvent à leur tour présenter le même phénomène, de sorte qu'au delà de la fleur normale on observe une inflorescence irrégulièrement ramifiée deux ou trois fois. Les derniers rayons portent souvent, au centre de la fleur terminale, une série de petites fleurs presque sessiles, pressées les unes contre les autres, pouvant être au nombre de 5 à 10, entre lesquelles se trouvent une quantité considérable de parasites, et qui ne s'ouvrent jamais.

Les fleurs qui sont prolongées par l'axe se réduisent généralement à leurs pétales qui prennent une coloration verte plus ou moins accentuée; quelquefois les deux carpelles sont représentés par deux petites feuilles opposées, également vertes, et ce n'est que dans des cas très rares que les étamines se développent. Les fleurs qui terminent les axes, de quelque ordre qu'ils soient, présentent des pétales à deux ou trois lobes aigus; c'est une transformation analogue à celles que subissent les bractées de l'involucre et de l'involucelle ; je n'y ai jamais rencontré d'étamines complètement virescentes; lorsqu'elles se développent, elles offrent des sacs polliniques où les grains de pollen n'arrivent pas à leur constitution normale et sont arrêtés plus ou moins tard dans leur évolution, depuis le stade de cellules mères jusqu'à celui où leur paroi définitive est différenciée; l'assise sous-épidermique ne prend pas les caractères d'assise mécanique.

On trouve toutes les transitions entre les carpelles soudés à ovaire infère et les carpelles à ovaire supère, ou complètement libres et ouverts; lorsque l'ovaire est supère il est toujours petit et les styles correspondants sont ordinairement virescents; je n'ai pas observé dans ces carpelles la formation du second ovule que nous avons vu apparaître chez le *Torilis Anthricus* attaqué par un Puceron et que M. G. Bonnier a signalé dans des exemplaires tératologiques de Carotte.

Tous les organes attaqués présentent, surtout dans les régions superficielles en contact avec les parasites, des cellules à protoplasma granuleux, à gros noyau présentant un nucléole très apparent; les cellules épidermiques ainsi transformées se dessèchent souvent, comme il arrive dans la Phytoptocécidie que nous allons étudier. Les grains de chlorophylle sont, dans les régions attaquées directement par les *Phytoptus*, beaucoup plus petits et moins foncés que les grains normaux. Ces caractères présentés par les cellules sont les plus constants parmi ceux que nous aurons l'occasion de rencontrer dans les Phytoptocécidies.

Origanum vulgare L.

Attaqué par le *Phytoptus Origani Nal.*

Ce *Phytoptus* vit dans les inflorescences de la Marjolaine et empêche le développement normal des fleurs. On sait que dans les inflorescences saines on aperçoit les fleurs entremêlées de bractées violettes, à contour simple et extrémité aiguë; lorsque le *Phytoptus* les envahit, il se développe un grand nombre de feuilles poilues, à contour denté, vertes, analogues, comme forme, aux feuilles caulinaires; les axes correspondant aux axes floraux normaux ne portent ordinairement pas de fleurs, mais seulement des feuilles qui se recouvrent étroitement les unes les autres, et dont l'ensemble forme une masse dure très compacte.

On rencontre rarement quelques fleurs à un état peu avancé de développement, et dans lesquelles on reconnaît le calice, la corolle, relativement bien constitués, les étamines à l'état de simples émergences, et les carpelles représentés par de petites feuilles libres portées sur un axe assez développé au-dessus de la région d'insertion des étamines, et entre lesquelles cet axe se termine par un petit mamelon conique. Les poils qui apparaissent sur toutes les feuilles attaquées sont pluricellulaires et souvent ramifiés.

Les bractées, sépales, pétales, étamines et carpelles virescents acquièrent une structure anatomique identique, qui remplace les différenciations particulières correspondant à ces organes à l'état sain. Toutes les cellules du parenchyme deviennent semblables, elles ne laissent pas de méats entre elles; les grains de chlorophylle, qui n'existent plus que dans les bractées, y sont petits; les cellules épidermiques et une ou deux assises de cellules en dessous de l'épiderme prennent, dans les régions où se tiennent les parasites, des caractères rappelant ceux que nous avons signalés pour toutes les cellules parenchymateuses du *Capsella* et du *Geranium* attaqués par des *Phytoptus;* leur protoplasma, très dense, granuleux, contient un noyau hypertrophié à nucléole très distinct; les cellules épidermiques, après avoir acquis ces caractères, se dessèchent souvent; il est probable que cette dessiccation survient dans une région lorsque les parasites la quittent, après y avoir déterminé ces modifications dans le contenu cellulaire; les cellules, qui ont, sous l'action des *Phytoptus*, transformé leur mode de vie, ne peuvent vraisemblablement continuer à vivre que sous l'excitation continue des parasites; si ceux-ci viennent à faire défaut, les cellules abandonnées à elles-mêmes ne peuvent plus remplir le rôle qu'elles ont dans l'association parasitaire et qui, selon toute vraisemblance, consiste à sécréter un liquide servant de nourriture aux *Phytoptus;* elles ne peuvent non plus reprendre leurs fonctions normales; elles n'ont donc plus qu'à périr et à se dessécher.

Dans quelques cas, certains axes floraux, moins attaqués que le reste de l'inflorescence, se développent à peu près normalement; mais les étamines ne possèdent à l'intérieur de leurs anthères que des grains de pollen réduits à leur membrane; l'épiderme seul forme la paroi des sacs polliniques, ou bien on trouve en dessous de lui une assise qui n'acquiert pas les ornements caractéristiques de l'assise mécanique; les ovules avortent également.

Salvia pratensis L.

Attaqué par le *Phytoptus Salviæ Nal.*

Les feuilles du *Salvia pratensis* sont assez communément attaquées par ce *Phytoptus*, qui détermine en certaines régions des boursouflures longuement velues, ainsi que le reploiement des bords du limbe, quand c'est à la périphérie des feuilles qu'il s'établit. Accidentellement les fleurs sont envahies; l'attaque est ordinairement circonscrite au calice; quelquefois la partie terminale des pétales dépassant le calice est aussi modifiée; il en est de même, mais très rarement, du style vers son extrémité. Jamais je n'ai rencontré d'étamines transformées.

Le calice, sous l'action du *Phytoptus*, se renfle et se couvre de nombreux poils; ses dents se prolongent beaucoup et deviennent plus molles; les poils développés par les parasites sont semblables sur tous les organes attaqués; ils sont de deux sortes : les uns, très longs, grêles, pluricellulaires, à paroi incolore, n'offrent pas de ramifications; les autres, encore plus longs et également pluricellulaires, sont ramifiés de façon très capricieuse, et la paroi de leurs cellules présente une couleur brune; les transitions qui existent entre ces deux sortes de poils permettent de penser que les seconds représentent un état plus âgé des premiers. Les poils normaux des sépales et des pétales, formés de 3 ou 4 cellules dont la terminale est renflée et glutineuse, deviennent plus rares dans les régions attaquées.

Alors que le calice sain est constitué, entre les nervures, par un épiderme externe assez fortement cutinisé, un parenchyme chlorophyllien très lacuneux formé d'environ 3 assises de cellules, et un épiderme interne peu cutinisé, formé de petites cellules, à dimensions 5 ou 6 fois moindres que pour l'épiderme externe, le calice attaqué présente, dans la région correspondante, deux épidermes semblables à cellules aplaties, sans cutine, très souvent prolongées en poils, et un parenchyme encore lacuneux, mais beaucoup moins que dans les sépales sains, comprenant 5 ou 6 assises; la chlorophylle y est en grains moins gros, moins nombreux et moins colorés.

Les modifications anatomiques présentées par les pétales sont de même ordre. A l'état normal, leur épiderme externe est très cutinisé, l'interne est papilleux et ses cellules sont beaucoup plus hautes que larges; en dedans de ces deux épidermes se trouvent, entre les nervures, environ 3 assises de cellules formant un parenchyme fortement lacuneux. Sous l'action du parasite, l'épiderme externe perd toute cutine, l'interne est formé de cellules aplaties; 5 assises contribuent à la formation du parenchyme.

Les étamines, dont l'aspect est normal, gardent tous les caractères de l'état sain; leurs grains de pollen sont bien constitués, ainsi que l'assise mécanique. Il en est de même des carpelles; si la corolle n'est pas très transformée vers son extrémité, la fleur peut s'épanouir, la déhiscence des étamines s'opère et les ovules fécondés peuvent donner des graines, à moins que le pédoncule floral correspondant ne soit lui-même très attaqué et hypertrophié.

En résumé, sous l'action du *Phytoptus Salviæ*, les fleurs du *Salvia pratensis* offrent les modifications suivantes :

1° *Développement de poils* dans les régions attaquées;

2° *Suppression de la différenciation morphologique des épidermes;*

3° *Disparition de la cutine;*

4° *Modification de la chlorophylle;*

5° *Stérilité*, lorsque la fleur ne s'épanouit pas, mais organes sexuels ordinairement normaux.

Stachys Betonica Benth.

Attaqué par le *Phytoptus solidus Nal.*
(Planche XIV, fig. 10 à 13).

Les plantes attaquées, que j'ai récoltées à Perros (Côtes-du-Nord), présentaient différents degrés d'érinose; la plupart avaient leurs feuilles caulinaires seules envahies ; le parasite se développait, ailleurs, sur la tige et les bractées florales; les fleurs pouvaient à leur tour abriter les *Phytoptus;* l'aspect de cette cécidie est à peu près le même que pour celle de la Sauge.

Le calice, qui à l'état sain est allongé, présente cinq côtes bien nettes et des dents aiguës, devient plus court et renflé; ses dents sont obtuses et molles ; il est tout entier couvert d'un épais feutrage de poils ; la bractée qui se trouve contre le calice est attaquée en même temps que lui et subit les mêmes modifications.

L'extrémité de la corolle, qui apparaît dans le bouton, entre les dents du calice, peut aussi abriter les parasites au milieu de poils qui se développent sur les deux lèvres, mais surtout sur la lèvre supérieure qui recouvre l'autre presque entièrement; lorsque la fleur va s'épanouir, la corolle s'allonge beaucoup et ses touffes de poils sont entraînées loin du calice.

Les étamines sont aussi parfois attaquées dans la région des anthères; les mêmes poils y apparaissent, ainsi que sur les carpelles, qui présentent assez souvent des phénomènes de virescence.

Les poils qui se développent sur les différents organes envahis sont pluricellulaires, le plus ordinairement ramifiés d'une façon irrégulière (Pl. XIV, fig. 10); chacune de leurs cellules possède un gros noyau, à nucléole très distinct, à chromatine peu dense; ces caractères, que nous avons reconnus aux cellules de plusieurs parenchymes modifiés par des *Phytoptus*, n'appartiennent ici qu'aux poils; nous ne les retrouverons pas, par exemple, dans le calice transformé par le *Phytoptus solidus*.

Le calice sain est constitué dans sa partie supérieure par un épiderme externe à grandes cellules nettement cutinisées, un épiderme interne à cellules petites, aplaties, et trois assises de parenchyme chlorophyllien lacuneux. Sous l'action du parasite, l'épiderme externe devient semblable à l'épiderme interne, ne possède plus de cutine et devient irrégulier par suite de la formation des poils; on compte 3 ou 4 assises de parenchyme à cellules moins aplaties, plus polyédriques, contenant des grains de chlorophylle plus petits et moins colorés que dans les sépales normaux. Au niveau de la région ovarienne, on trouve dans le calice sain, contre l'épiderme interne, un arc continu de sclérenchyme; ce sclérenchyme n'existe plus dans les sépales attaqués que de place en place, et les cellules qui le constituent possèdent une paroi beaucoup moins épaissie; la nervation peut devenir très irrégulière sous l'action des parasites. Les régions attaquées de la corolle présentent des modifications analogues. Les étamines restent le plus souvent normales et leurs sacs polliniques contiennent des grains de pollen bien constitués; dans quelques cas, lorsque l'attaque est assez accentuée, on ne retrouve à leur intérieur que les membranes des grains de pollen, et l'assise mécanique ne se différencie pas.

Nous avons dit qu'assez souvent les carpelles deviennent virescents; ils s'isolent plus ou moins l'un de l'autre et peuvent s'ouvrir; on voit alors nettement qu'il existe deux carpelles dont chacun développe deux ovules, un sur chaque bord placentaire; la loge ovarienne, primitivement unique pour chaque carpelle, se divise en deux ultérieurement par une cloison issue de la région correspondant à la nervure médiane; cette cloison ne se forme pas quand le carpelle s'ouvre et celui-ci porte ses ovules sur ses bords libres; la cloison peut même faire défaut alors que la loge reste bien fermée; souvent un seul carpelle donne des ovules. Les styles deviennent indépendants aussi et chacun peut être divisé dès la base en deux lames portant de distance en distance, et surtout vers l'extrémité, de longs poils disposés sur de petites émergences des bords de ces lames (Pl. XIV, fig. 11). Quelquefois la virescence est telle qu'on trouve, au lieu du pistil normal, deux feuilles velues, à lobes très nombreux, disposés dans différents plans; on ne voit plus trace d'ovule.

Parmi les ovules que j'ai examinés, la plupart ne présentaient rien de particulier, si on excepte la stérilité, mais l'un d'eux (Pl. XIV, fig. 12 et 13) offrait un phénomène assez inattendu; dans son sac embryonnaire se trouvaient un grand nombre de poils *p.*, qui apparaissaient comme des prolongements des cellules internes du nucelle, bordant le sac embryonnaire, surtout dans la partie voisine du micropyle; au milieu de ce sac embryonnaire, se trouvait en outre, les poils y pénétrant, un massif cellulaire irrégulier, parfaitement indépendant du nucelle, formé soit par l'embryon, soit par l'albumen; il est d'ailleurs vraisemblable que ce massif cellulaire était formé par l'albumen, car on sait que ce tissu se forme par des cellules s'isolant les unes des autres, ce qui permettrait d'expliquer la continuation des poils issus du nucelle à l'intérieur de ce massif. La formation de tels poils dans une cavité parfaitement close, où ne peuvent pénétrer les *Phytoptus*, est un exemple particulièrement net de l'action d'un parasite s'exerçant à distance ; l'Acarien ne modifie pas seulement la cellule qui est à son contact direct, mais aussi toute une zone située en surface et en profondeur à une certaine distance de cette cellule.

En résumé, les fleurs du *Stachys Betonica*, sous l'action du *Phytoptus solidus*, subissent les principales modifications suivantes, sans parler de celles qui sont analogues aux modifications que nous avons signalées pour la Sauge :

1° *Virescence des carpelles*, qui renseigne sur la constitution normale du pistil des Labiées ;

2° *Formation de poils nucellaires* dans la cavité du sac embryonnaire.

Bromus secalinus L., Br. erectus Huds., et Br. tectorum L.

Attaqués par le *Phytoptus tenuis Nal.* et le *Phyllocoptes dubius Nal.*

(Planche XIII, fig. 8 à 18, et Planche XIV, fig. 1 à 9).

Plusieurs espèces de Bromes ont leurs épillets attaqués par des *Phytoptus*, qui amènent dans leur structure de profondes modifications. Frauenfeld (1) donne une description sommaire d'épillets de *Bromus erectus* « envahis par des Acariens et qui sont, de ce fait, grossis jusqu'à 3 et 4 fois en diamètre ; ils sont étroitement fermés, les organes floraux sont amollis ». Fr. Löw (2) décrit plus tard dans le *Bromus mollis* une Phytoptocécidie tout à fait analogue à celle de Frauenfeld. Thomas (3) a signalé aussi une modification d'un autre ordre produite par des *Phytoptus* dans le *Festuca ovina*, dont les fleurs supérieures deviennent virescentes par la multiplication des glumelles. Schlechtendal (1) signale des *Phytoptus* dans les épillets des *Bromus arvensis L.*, *Br. erectus Huds.*, *Br. mollis L.*, *Br. racemosus L.*, *Br. sterilis L.*, *Br. tectorum L.* J'ai rencontré deux Phytoptides, le *Phytoptus tenuis Nal.* et le *Phyllocoptes dubius Nal.* vivant en association dans l'inflorescence des *Br. secalinus*, *Br. erectus* et *Br. tectorum*.

---

(1) Frauenfeld, *Zoologische Miscellen* (Verhandl. der Zool. bot. Gesellschaft in Wien, t. XIX, 1869, p. 938).

(2) Fr. Löw, *Beiträge z. Naturg. der Gallmilben* (K. k. Zool. bot. Gesellsch. in Wien, Bd XXIV, Abhandl. 1873, p. 4).

(3) Thomas, *Hallische Zeitschrift für die gesammt. Naturw.*, 1877, p. 385.

1° *Changements produits dans la morphologie externe.* — Les figures 8, 9, 10 et 11 de la Planche XIII donnent une idée des transformations que subissent les épillets envahis par les Acariens ; la figure 8 représente une inflorescence de *Bromus tectorum* dont tous les épillets sont complètement attaqués ; les figures 9, 10 et 11, des épillets de *Br. secalinus*, le premier sain, le deuxième attaqué dans sa partie terminale, le troisième envahi dans toutes ses fleurs. Les glumelles des fleurs atteintes s'accroissent en largeur et en longueur ; elles deviennent plus molles et se recouvrent les unes les autres par leurs bords, dans presque toute leur longueur, de façon qu'on ne distingue plus les différentes fleurs dont l'ensemble forme une masse ovoïde, alors que les fleurs saines sont parfaitement distinctes et écartées les unes des autres. La couleur des glumelles est aussi différente, beaucoup plus pâle que celle des glumelles normales.

Les transformations que subissent les différentes fleurs sont d'autant plus profondes que la fleur est plus voisine du sommet de l'épillet, c'est-à-dire qu'elle est attaquée plus jeune. Voici comment se passent le plus souvent les choses pour le *Br. secalinus* que nous aurons maintenant uniquement en vue, nous réservant de donner en quelques mots les différences de détail que présentent les cécidies des deux autres espèces.

Supposons qu'à la base nous ayons une ou deux fleurs qui restent saines ; elles présentent, pour les échantillons que j'ai eus à ma disposition, des fruits bien développés et voisins de leur maturité. Les fleurs plus haut placées dans l'épillet, et que nous supposons attaquées, sont bien moins avancées dans leur développement, ou plutôt elles sont restées jusqu'à ce moment à une phase très antérieure de leur évolution, à celle que présente une fleur qui va s'ouvrir ; c'est un caractère commun à beaucoup de cécidies de conserver aux organes attaqués une constitution morphologique voisine de celle qu'offrent ces organes sains au moment où ils sont envahis par le parasite.

---

(1) Schlechtendal, *Die Gallbildungen* (Jahresber. d. Ver. f. Nat. zu Zwickau, 1890).

La première des fleurs attaquées a sa glumelle inférieure agrandie; la glumelle supérieure présente sur ses deux carènes de nombreuses petites dents assez serrées, au lieu de grandes écartées les unes des autres; de plus, il se produit une petite échancrure vers l'extrémité de cette glumelle dans son plan de symétrie ; les glumelles existent, sans présenter de forme particulière ; les étamines ont un filet épaissi et raccourci ; les anthères, qui ont cessé d'être oscillantes pour devenir basifixes, offrent souvent sur la paroi de leurs sacs polliniques, et surtout aux extrémités, quelques poils trapus; les styles, normalement courts et couverts de nombreux et très longs poils, s'allongent tandis que les poils deviennent moins nombreux et surtout plus courts.

La deuxième fleur présente une glumelle inférieure encore plus molle que la précédente; la glumelle supérieure s'échancre davantage et devient nettement bifide (Pl. XIII, fig. 13); les étamines sont plus réduites que dans la première fleur attaquée ; le filet en est plus gros, plus court, et les dimensions des anthères sont considérablement réduites; l'ovaire s'ouvre et présente une boutonnière *b*. dans la partie qui regarde la glumelle supérieure (Pl. XIV, fig. 6); les deux styles se présentent comme les prolongements des deux parties de l'ovaire situées de chaque côté de cette boutonnière; ils sont encore plus longs que les précédents et leurs poils stigmatiques se raccourcissent et se ramifient (Pl. XIV, fig. 9).

Dans les deux fleurs qui suivent, les modifications sont encore plus profondes. Les glumelles inférieures sont de plus en plus larges et molles; les glumelles supérieures se sont tellement échancrées qu'elles se réduisent à deux lames parfaitement isolées l'une de l'autre, et qu'on serait tenté de prendre pour les glumellules, n'était la situation qu'elles occupent par rapport aux autres organes floraux ; cette confusion serait d'autant plus facile que, précisément à ce degré de transformation, les glumellules, jusqu'alors présentes, disparaissent le plus souvent. Les étamines offrent tous les états intermédiaires entre celui que nous venons de décrire et le suivant (Pl. XIII, fig. 14) : le filet porte de chaque côté deux lames très développées qui se continuent à la partie supérieure, où elles sont formées par les sacs polliniques, et de manière à constituer à droite et à gauche de la partie centrale de l'étamine (filet et connectif) une sorte de gouttière; souvent la partie extrême des sacs polliniques ne se transforme pas ainsi et reste compacte. Le pistil, dans l'état de transformation la plus grande, a la forme d'une lame foliacée épaisse, recourbée sur ses bords et bifide à son extrémité.

La dernière ou les deux dernières fleurs sont simplement réduites à leur glumelle inférieure.

Revenons avec un peu plus de détail sur les transformations morphologiques des différents organes floraux.

La glumelle inférieure saine (Pl. XIII, fig. 12) présente une arète parfaitement droite, qui se continue dans le limbe par trois petites nervures ; on reconnaît de chaque côté deux autres nervures plus accentuées. Lorsque ces glumelles sont attaquées, leur arête devient sinueuse ; elle se continue par les trois nervures normales auxquelles peuvent s'ajouter deux autres intermédiaires ; chaque moitié de la glumelle offre en outre trois ou quatre nervures, au lieu de deux, et sa bordure membraneuse devient beaucoup plus large ; à mesure que le nombre des nervures augmente, celles-ci sont moins apparentes. L'arête des glumelles inférieures les plus attaquées devient très courte ou nulle ; ces glumelles très larges se recouvrent elles-mêmes par leurs bords ; elles sont plus ou moins plissées transversalement.

La glumelle supérieure saine est grossièrement rectangulaire; elle offre deux carènes aiguës; l'arête de chaque angle porte extérieurement des poils raides assez longs et espacés; entre deux de ces poils, s'en trouvent deux ou trois très petits. Lorsque les glumelles supérieures sont attaquées par les *Phytoptus* elles offrent d'abord vers le haut une simple fente médiane et longitudinale; puis cette fente s'accentue et isole dans la région terminale les deux carènes dont l'angle s'arrondit; les poils épineux deviennent beaucoup plus courts et plus rapprochés; ceux qui se trouvent entre eux s'allongent au contraire, si bien que tous peuvent être semblables et pressés les uns contre les autres; lorsque les deux moitiés de la glumelle sont complètement isolées, elles n'offrent plus trace de ces poils.

La transformation de la glumelle supérieure en deux organes foliacés nettement distincts, naissant sur l'axe en deux points éloignés l'un de l'autre, amène à la regarder comme formée par deux feuilles dont les nervures médianes correspondent à la double carène de cette glumelle. Ce n'est pas que nous pensions qu'il faille toujours accorder aux faits tératologiques, et surtout pathologiques, une grande valeur au point de vue morphologique, mais dans ce cas particulier des organes floraux des Graminées, dont la nature est si discutée, les transformations qu'ils sont amenés à subir par différentes causes peuvent apporter leur part de lumière.

D'abord, ne peut-on pas dire que si les deux moitiés des glumelles supérieures se séparent, cela tient à ce que le tissu très mince qui forme toute la partie médiane de cet organe ne se développe pas par suite de l'action des parasites? Dans ce cas, cette transformation d'un organe impair en organe pair n'aurait évidemment aucune signification au point de vue morphologique. Mais remarquons que les glumellules, que les lames qui se développent sur les côtés des étamines ne sont pas plus épaisses, et jamais elles n'offrent de division analogue à celle qu'on observe pour les glumelles supérieures; leurs bords seuls peuvent être irrégulièrement dentés. Admettons encore cependant que, pour une raison quelconque, le tissu des glumelles supérieures se prête mieux que celui de tous les autres organes floraux à être arrêté dans son développement par les piqûres des *Phytoptus;* dans ce cas, il y aurait encore lieu de s'étonner de la régularité absolue qui apparaît dans la division de cet organe ; on comprendrait mal en effet que la fente ne se produise pas tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, qu'elle ne présente pas des bords irréguliers, dentés, déchiquetés, alors qu'elle est toujours absolument dans le plan médian, parfaitement symétrique et que ses bords sont d'une régularité parfaite. Nous ne pensons donc pas que cette division de la glumelle supérieure ait une cause mécanique parasitaire, et elle est si constante que nous inclinons à la regarder comme répondant à la nature morphologique de l'organe. Elle vient alors fortifier d'autres considérations s'appuyant sur la morphologie ou le développement.

Payer (1) regarde la glumelle supérieure comme formée de deux feuilles d'abord séparées ; Schacht (2) y voit un cycle dont la feuille antérieure a avorté ; Robert Brown (3) et Schleiden (4) sont aussi de cet avis et regardent la glumelle inférieure et les deux moitiés de la glumelle supérieure comme formant le calice des Graminées. Dœll (5) ne partage pas cette dernière opinion pour les raisons suivantes : Les glumelles inférieure et supérieure sont constituées par des tissus très différents ; elles ne s'unissent pas au même niveau, ce qui est une considération très importante ; de plus, si on accepte la manière de voir de R. Brown, la fleur ne posséderait pas de bractée ; mais Dœll ajoute que la glumelle supérieure, étant trinerviée dans les Graminées à épillets uniflores, ne peut être considérée comme un organe pair ; or il existe de nombreux cas où des feuilles florales restant soudées acquièrent une nervure le long de leur suture (nombreux calices et corolles à pièces soudées) ; en résumé, nous pensons avec Dœll qu'on ne peut regarder les glumelles inférieure et supérieure comme faisant partie d'un même cycle, mais l'argument qu'il donne pour considérer la glumelle supérieure comme un organe impair nous paraît insuffisant.

---

(1) Payer, *Organogénie de la fleur*, 1857, p. 701.

(2) Schacht, *Entwick. d. Blüthe von Agropyrum* (Mikroskop, 1855, II Aufl., p. 170, tab. 5).

(3) R. Brown, *General remarks....* (Verm. Schriften, 1814, I, p. 107).

(4) Schleiden, *Grundzüge d. wiss. Bot.* (I Ausg., 1843), IV Ausg., p. 684, tab. 2.

(5) Dœll, *Ueber die Grasblüthe* (34 Jahresb. des Mannh. Ver. f. Naturk., 1868, p. 46).

Nous sommes donc amenés à regarder la fleur des Graminées comme constituée par une bractée, la glumelle inférieure, par un cycle externe de trois pièces, dont l'antérieure manque et les deux latérales sont formées par les deux moitiés de la glumelle supérieure, un cycle interne de trois pièces, alternant avec les premières, dont les deux antérieures sont les glumellules et dont la postérieure fait défaut, un cycle de trois étamines, un autre cycle de trois étamines qui ne sont pas développées, un cycle de trois carpelles alternant avec les étamines théoriques du deuxième cycle et dont l'antérieur manque. Cette interprétation a de plus l'avantage de ramener le diagramme des Graminées au type floral le plus régulier.

Les glumellules, qui, nous l'avons dit, disparaissent à partir des fleurs moyennes, prennent sous l'action des parasites un contour irrégulier, lobé, surtout dans la partie supérieure.

Les étamines, qui deviennent basifixes et acquièrent des poils sur leurs sacs polliniques, présentent parfois à la partie supérieure du filet, dans la région qui regarde le centre de la fleur, une petite expansion foliacée, qu'on est amené, étant donnée sa position, à regarder comme ayant la valeur morphologique de la ligule ; s'il en est bien ainsi, le filet serait l'homologue de la gaine et l'anthère du limbe. Il ne faut d'ailleurs pas confondre cette petite lame avec celles qui se forment de chaque côté du filet ; ces dernières sont très larges, peuvent se rejoindre par paires à leur extrémité, et aussi, dans les étamines les plus transformées, de chaque côté du connectif, où elles remplacent les sacs polliniques ; comme les glumellules, ces lames ont souvent un contour denté. Lorsque les sacs polliniques ne deviennent pas foliacés, ils portent souvent à leur surface des poils très courts dans les étamines les moins modifiées, très longs dans celles qui sont profondément attaquées.

Le pistil, nous l'avons vu, peut présenter une boutonnière au milieu de sa face postérieure ; cette boutonnière s'accentuant, le pistil a la forme d'une lame se terminant sur ses deux bords par les stigmates, et dans l'échancrure de cette lame se trouve une émergence qui s'allonge plus ou moins et qu'on reconnaît pour être l'ovule (Pl. XIV, fig. 8). Les deux parties latérales de ce pistil sont souvent nettement séparées par une fente profonde, disposition qui est assez favorable à l'opinion de ceux qui, comme Eichler ou M. Sachs, considèrent le pistil de la plupart des Graminées comme formé par deux carpelles ; quant au troisième carpelle qui ne se développerait pas dans la plupart des Graminées, qui existe dans le Bambou en même temps que les deux autres, et qui existe seul dans les *Nardus*, il n'apparaît jamais ici.

2° *Changements produits dans la structure anatomique.* — Toutes ces transformations morphologiques sont accompagnées de modifications anatomiques qui peuvent être considérables. Étudions à ce point de vue les différents organes.

1. *Glumelles.* — La glumelle inférieure à l'état sain (Pl. XIII, fig. 15) présente un épiderme externe *ép.e.* à parois très épaisses, fortement cutinisées ; l'épiderme interne est moins cutinisé, sauf sur les bords de la glumelle, dont le tissu est formé uniquement, entre les épidermes, par du sclérenchyme ; les faisceaux sont entourés par une zone de sclérenchyme qui se relie à l'épiderme externe ; les cellules du parenchyme contiennent des grains de chlorophylle assez gros ; à mesure que ces glumelles sont attaquées (Pl. XIII, fig. 16), elles s'épaississent, surtout au niveau des nervures, le sclérenchyme des bords s'atténue et disparaît, ainsi que celui

des faisceaux, les deux épidermes agrandissent leurs cellules, amincissent leur paroi, deviennent semblables, quand ils sont tous deux au contact des parasites; leur protoplasma est très granuleux; le noyau s'agrandit beaucoup et acquiert un nucléole énorme, d'autant plus distinct qu'une zone claire, et ne se colorant pas, l'entoure et le sépare de la chromatine.

Les modifications subies par les épidermes sont surtout appréciables lorsqu'on examine la glumelle de face. Soit, par exemple, l'épiderme interne de cette glumelle; il est normalement constitué (Pl. XIII, fig. 17) par des cellules disposées en rangées longitudinales, de deux sortes, alternant assez régulièrement dans chaque rangée; les unes sont des cellules allongées, ayant de face un contour rectangulaire, un côté du rectangle étant environ quatre fois plus grand que l'autre; les autres ont un contour sensiblement carré; toutes s'engrènent les unes avec les autres par leurs parois latérales qui sont fortement plissées; dans l'épiderme transformé (Pl. XIII, fig. 18), les cellules ont une surface jusqu'à cinq fois plus considérable que les plus grandes cellules saines, leur contour et leur arrangement perdent toute régularité; elles ne s'engrènent plus, leurs parois latérales étant unies; les stomates disparaissent. Ces cellules épidermiques peuvent s'allonger un peu, de façon à se transformer en gros poils très courts; c'est ainsi qu'autour de certains œufs de *Phytoptus* on voit quelquefois les cellules qui sont à leur contact les entourer en partie. L'épiderme interne est celui qui se modifie le plus souvent, se trouvant plus facilement, surtout dans les fleurs inférieures, soumis à l'action des parasites. Le parenchyme possède quelques rares grains de chlorophylle qui deviennent en outre petits; le liber est très granuleux.

Les modifications anatomiques subies par la glumelle supérieure sont de même ordre, les épidermes en particulier présentent la même hypertrophie de leurs cellules et de leurs noyaux; ces derniers, sphériques à l'état normal, à chromatine prenant peu les réactifs colorants, s'allongent beaucoup dans le sens de l'allongement de la cellule; leur chromatine dense se colore fortement et le nucléole devient énorme.

2. *Étamines.* — Étudions les modifications anatomiques qu'on rencontre dans les étamines qui ne forment pas de lames latérales et dans celles qui en sont pourvues.

Le filet des premières étamines, dont les anthères deviennent basifixes, est épaissi; son épiderme devient fort irrégulier et les cellules épidermiques offrent les mêmes modifications internes que celles des glumelles; au lieu d'une assise existant normalement entre l'épiderme et l'endoderme, on peut en compter deux ou trois; les cellules endodermiques ne sont pas épaissies comme dans le filet sain, et ne se distinguent pas des autres cellules corticales; le faisceau comprend moins de vaisseaux ligneux.

Les sacs polliniques sont un peu plus séparés les uns des autres par l'accentuation de leurs sillons; je les ai toujours vus indéhiscents et stériles. On peut rencontrer, en dessous de l'épiderme, un massif de cellules arrêtées dans leur développement, reconnaissables à leurs noyaux plus ou moins diffus, ou bien, en outre de l'assise épidermique, l'assise sous-épidermique est présente, mais sans jamais prendre les caractères d'une assise mécanique; dans d'autres cas, on peut compter trois (Pl. XIV, fig. 4), quatre ou cinq assises dans la paroi du sac pollinique; enfin on ne reconnaît plus au centre de cellules atrophiées, et le sac pollinique est formé d'un massif homogène de cellules parenchymateuses; nous avons déjà rencontré maintes fois toutes ces variations; mais elles sont ici particulièrement nettes.

Les cellules épidermiques présentent dans leur contenu les mêmes modifications que dans tous les autres organes attaqués, et possèdent un, deux ou trois nucléoles très gros et très distincts. Les cellules parenchymateuses des sacs polliniques acquièrent de la chlorophylle, qui apparaît également dans le filet et le connectif.

Supposons maintenant que nous ayons affaire à des étamines dont le filet et l'anthère se soient prolongés de chaque côté en deux lames; comme dans le premier cas, nous reconnaîtrons les modifications générales de l'épiderme et du parenchyme. A la base, le filet apparaît plein, légèrement étranglé dans son plan médian ; il offre cinq faisceaux libéro-ligneux, l'un, dans le plan médian, qui représente le faisceau normal, et deux de chaque côté disposés comme les faisceaux d'un pétiole, symétriquement par rapport au premier ; puis, un peu plus haut, dans chaque moitié du filet, se produit un vide central, qui va s'exagérant et finit par séparer deux lamelles, l'une interne, l'autre externe ; à la naissance de la lamelle interne, se trouve un faisceau orienté en sens contraire du faisceau normal, dans l'autre lamelle un faisceau orienté dans le sens du faisceau normal. — Ces deux lamelles se prolongent dans l'anthère, et elles y apparaissent comme représentant chacune un sac pollinique; on trouve en effet toutes les transitions entre les sacs polliniques normaux et ces lamelles (Pl. XIV, fig. 2 et 3), qui sont formées par l'élargissement et l'aplatissement des sacs polliniques, les cellules sexuelles disparaissant peu à peu, et finissant par ne plus se différencier du tout. Nous avons déjà rencontré plusieurs exemples d'une telle modification.

Le cas le plus intéressant n'est pas celui où le filet et l'anthère développent à la fois de telles lames, mais bien celui où le filet subissant cette transformation, l'anthère subsiste avec des sacs polliniques compacts. On voit alors les sacs polliniques présenter dans leur partie centrale un faisceau libéro-ligneux qui est la continuation du faisceau de la lame inférieure correspondante ; ce faisceau nettement central, rappelle celui que nous avons observé dans certaines anthères de *Lychnis dioica* attaquées par le *Diplosis Steini;* sa position nous porte déjà à le regarder comme remplaçant le massif des cellules sexuelles; cette hypothèse se change en certitude, quand on examine des coupes pratiquées en série dans certaines anthères, où le massif des cellules mères subsiste à la partie supérieure des sacs polliniques, et se continue exactement dans la région inférieure par un faisceaux libéro-ligneux; pour les quatre sacs polliniques d'une même anthère, cette substitution peut se faire à différentes hauteurs, de sorte que sur une coupe de cette anthère, pratiquée dans la région moyenne (Pl. XIV, fig. 5), on peut observer au centre de certains sacs polliniques un faisceau libéro-ligneux, au centre des autres des cellules mères de grains de pollen. Nous avons vu dans plusieurs cas ces dernières cellules se transformer en cellules de parenchyme; nous assistons ici à une transformation, encore plus inattendue, celle des cellules mères du pollen en tissu vasculaire.

Nous avons déjà observé dans le *Sinapis arvensis* attaqué par le *Cystopus candidus*, dans le *Torilis Anthriscus* attaqué par un *Aphis*, dans le *Lychnis dioica* infesté par un *Diplosis*, des anthères se transformer en deux paires de lames, disposées latéralement par rapport au connectif; nous avons indiqué à propos du *Sinapis arvensis* comment cette transformation doit être considérée comme dérivant d'un pétiole qui s'est fendu latéralement, les deux parties interne et externe s'étant aplaties, et contenant par suite des faisceaux qui se regardent par leur partie ligneuse; nous n'avons ici qu'une exagération du phénomène. Nous sommes donc conduits, pour toutes les étamines présentant ces transformations, à regarder les lames internes comme correspondant aux sacs polliniques les plus internes, et la lame externe comme correspondant aux autres, et nous arrivons sur ce point à la même opinion que A. Braun, Wydler et Celakovsky (1) qui ne s'appuyaient pour la soutenir que sur des considérations de morphologie externe.

André (2) a signalé un cas tératologique concernant la feuille d'une Aroïdée, le *Caladium auritum*, qu'il me semble intéressant de rapprocher de ces transformations de l'an-

(1) Celakovsky, *Teratol. Beiträge zur morpholog. Deutung des Staubgefässes* (Pringsh. Bot., XI, p. 124).

(2) André, *Cas de tératol. végétale* (Bull. Soc. bot. 1866, p. 138).

thère. Il consiste dans l'apparition, à la face inférieure de la feuille, d'expansions foliacées prenant naissance sur les côtés de la nervure médiane ; André n'en a pas fait l'étude anatomique, mais d'après les caractères très différents que présentent dans cette plante les faces supérieure et inférieure des feuilles, l'auteur a signalé que la feuille accessoire avait sa face libérienne tournée vers la face inférieure de la feuille primitive, de sorte que ces deux feuilles présentaient absolument, l'une par rapport à l'autre, la même disposition que les deux lames issues des anthères ; le dédoublement de la feuille qui a souvent lieu pour ces derniers organes, en raison de leur nature particulière, peut donc se retrouver dans les feuilles ordinaires. J'ai aussi observé le même dédoublement dans la corolle du *Petunia arborea.*

3. *Pistil.* — Nous n'avons que peu de chose à ajouter à ce que nous avons dit concernant le pistil ; les cellules épidermiques des carpelles et des ovules attaqués apparaissent aussi avec les caractères spéciaux qu'elles présentent partout, qui semblent très analogues à ceux qu'a signalés Lundström (1) dans les Acarodomaties du Tilleul, et qui paraissent en rapport avec la nutrition des parasites par la plante.

Les autres espèces de Bromes, dans lesquelles j'ai rencontré la même Phytoptocécidie, présentent des modifications très analogues, et je ne m'étendrai pas sur des différences de détail sans importance.

Dans le *Bromus tectorum*, les modifications sont beaucoup plus brutales, et les fleurs ne présentent souvent plus que les deux glumelles, accompagnées quelquefois de trois étamines transformées en doubles lames.

Sur la face interne des glumelles inférieures attaquées du *Bromus erectus*, et quelquefois aussi sur leur face externe, se développent, au niveau des nervures, des appendices lamelleux, allongés, de forme très variée, qui se réunissent, lorsque l'attaque est considérable, de façon à former sur chaque nervure une lame foliacée de contour irrégulier, perpendiculaire à la surface du limbe, et apparaissant comme une continuation du parenchyme de cette glumelle (dont la fig. 1 de la Pl. XIV représente une coupe transversale). Ces émergences sont comparables à celles qui ont été signalées sur une Phytoptocécidie apparaissant dans les bourgeons du Noisetier (1).

---

(1) Lundström, *Pflanzenbiolog. Studien II. Die Anpassungen der Pflanze an der Thiere* (Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsal, Ser. III, v. XIII, fasc. II, 1887).

En résumé, les principales modifications présentées par les fleurs de *Bromus*, sous l'action du *Phytoptus tenuis* et du *Phyllocoptes dubius*, sont les suivantes :

1° *Dédoublement de la glumelle supérieure ;*

2° *Transformation des étamines en deux paires de lames foliacées ;*

3° *Avortement des cellules sexuelles mâles, ou leur transformation possible en tissu parenchymateux ou en tissu vasculaire;*

4° *Séparation des carpelles dont le bord placentaire devient libre;*

5° *Avortement des cellules sexuelles femelles, l'ovule devenant complètement parenchymateux;*

6° *Disparition de la cutine et du sclérenchyme ;*

7° *Transformation des cellules épidermiques en cellules nourricières des Phytoptus;*

8° *Disparition complète, dans les fleurs les plus attaquées, des glumelles, des étamines et du pistil.*

RÉSUMÉ RELATIF AUX PHYTOPTOCÉCIDIES

Les Phytoptocécidies étudiées sont caractérisées avant tout par les transformations que subissent les cellules épidermiques ou même des cellules plus profondes ; le protoplasma en devient très granuleux, le noyau acquiert des dimensions relativement considérables, il prend énergiquement les réactifs colorants et son nucléole agrandi apparaît très net, entouré d'une zone ne se colorant pas ; cette hypertrophie ne se retrouve jamais avec la même intensité dans les Diptérocécidies.

---

(1) Frank, *Die Krankheiten der Pflanzen*, 1880, p. 695.

La formation de poils particuliers à la surface des organes est assez constante; la Carotte et les Bromes seuls n'en présentent pas. Les poils des Phytoptocécidies sont plus ramifiés que ceux des Diptérocécidies. Rappelons que des poils peuvent apparaître dans des organes qui ne sont pas soumis directement à l'action de parasites, par exemple dans le sac embryonnaire du *Stachys Betonica.*

De nombreuses modifications s'observent dans le contenu cellulaire (chlorophylle, oxalate de chaux), comme pour beaucoup de Zoocécidies ; la disparition de la cutine et du sclérenchyme n'est pas non plus spéciale aux Phytoptocécidies.

Quant aux transformations morphologiques que suscitent ces Acariens dans les fleurs qu'ils habitent, elles se rapprochent assez de celles qui sont déterminées par des Pucerons; elles consistent le plus souvent en virescences ; c'est ainsi que les modifications présentées par la Carotte sont absolument semblables à celles qui apparaissent dans le *Torilis Anthriscus* sous l'action d'un Puceron.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

Nous venons d'étudier avec détail un assez grand nombre de cécidies florales et nous avons indiqué en quelques mots, à la fin de chaque chapitre, les caractères généraux présentés par les cécidies florales groupées par chaque sorte de parasites ; ce groupement est fondé sur des caractères toujours assez vagues, difficiles à préciser, en d'autres termes une classification des cécidies florales basée sur la nature des parasites ne saurait concorder exactement avec une autre classification qui ne tiendrait compte que de la nature des transformations subies par les organes.

C'est ainsi que des cécidies produites sur des plantes voisines par un même parasite, peuvent offrir des caractères différents ; alors que les fleurs du *Sinapis arvensis* attaquées par le *Cystopus candidus* subissent une hypertrophie considérable, que les cellules à myrosine se forment en abondance, celles du *Capsella Bursa-pastoris* envahies par le même Champignon sont à peine hypertrophiées et ne présentent pas une augmentation notable dans le nombre de leurs cellules à myrosine.

De même, des cécidies formées sur la même plante par des parasites de nature voisine peuvent ne pas présenter les mêmes caractères. Ex. : le *Sinapis arvensis* attaqué par deux *Aphis* distincts.

Inversement les fleurs du *Torilis Anthriscus* attaquées par l'*Aphis? Anthrisci*, et celles du *Daucus Carota* attaquées par un *Phytoptus* offrent les mêmes transformations.

Il ne faut donc pas songer à donner une caractéristique à chaque groupe de cécidies classées d'après la nature des parasites. Aussi nous allons maintenant faire abstraction de celle-ci pour résumer les principales modifications que présentent les cécidies florales, soit dans leurs organes végétatifs, soit dans leurs organes sexuels.

I. — *Modifications subies par les organes végétatifs.*

Nous avons en vue les enveloppes florales et aussi le filet et le connectif des étamines, les carpelles, le funicule des ovules.

Les cécidies florales, considérées dans leur ensemble, peuvent se rapporter à trois groupes assez nets, d'après la manière dont se comportent les organes végétatifs atteints.

1° *Cécidies florales, dans lesquelles les organes végétatifs ne réagissent pas et se dessèchent simplement.*

Les cécidies florales de différentes espèces de *Papaver* et du *Ranunculus bulbosus* attaqués par des *Peronospora,* celles du *Cerastium vulgatum* attaqué par un *Aphis*, appartiennent à ce groupe.

2° *Cécidies florales dans lesquelles les organes végétatifs réagissent sans subir d'hypertrophie.*

On en distingue deux sortes :

a) Les unes ne présentent pas de *phyllodie* (transformation des organes en feuilles).

Ex. : Le *Dipsacus pilosus*, le *Knautia arvensis*, attaqués par le *Peronospora violacea*, le *Matricaria inodora* attaqué par le *Peronospora Radii*, chez lesquels on observe des phénomènes de duplicature.

b) Les autres présentent le phénomène de phyllodie.

Ex. : Plusieurs cécidies produites par des Pucerons.

3° *Cécidies florales dans lesquelles les organes réagissent en s'hypertrophiant totalement ou partiellement, et présentant ou non le phénomène de phyllodie.*

Cette hypertrophie provient de l'hypertrophie de chacune des cellules, à laquelle peut s'ajouter une augmentation dans le nombre des assises.

Ex. : De nombreuses cécidies produites par le *Cystopus* *candidus*, des Urédinées, des Cécidomyes, des Phytoptides.

Tous les organes végétatifs sont modifiés d'une façon analogue dans une cécidie donnée; ils perdent leurs différenciations normales particulières et en acquièrent une autre, la même pour tous.

Les différents tissus qui les constituent sont susceptibles d'être modifiés. Résumons les changements qu'ils peuvent subir.

1° *Les tissus peuvent être modifiés en eux-mêmes.*

C'est ainsi que la cutine des cellules épidermiques devient plus mince, que les tissus de soutien, collenchyme et sclérenchyme, sont formés de cellules à parois moins épaisses.

Les cellules du parenchyme, dans les cas d'hypertrophie, présentent peu de méats ou de lacunes; elles forment un tissu plus compact; leur protoplasma devient granuleux, le noyau plus gros et son nucléole très apparent ; la chlorophylle s'y présente en grains plus petits et plus rares, toutes ces modifications correspondant à un changement de fonctions évident.

Le tissu sécréteur peut être modifié, la forme des canaux sécréteurs, par exemple, peut varier.

Le tissu conducteur, liber et bois, acquiert dans les organes hypertrophiés, un parenchyme plus développé, à cellules plus grandes ; les vaisseaux du bois peuvent être complètement isolés les uns des autres par ce parenchyme.

Ces différents tissus sont plus ou moins facilement modifiés par l'action parasitaire et nous venons de les nommer dans l'ordre de résistance croissante à cette action.

2° *Les tissus peuvent être modifiés dans leur répartition*, chez un organe donné.

C'est ainsi qu'il apparaît des faisceaux libéro-ligneux accessoires, en particulier dans les étamines, des canaux sécréteurs accessoires (carpelles de Carotte attaqués par l'*Asphondylia Umbellatarum*).

3° *Certains tissus disparaissent complètement d'un organe.*

Tels sont la cutine, le collenchyme et le sclérenchyme, le tissu palissadique, le tissu stomatique (*Bromus* attaqués par des Phytoptides).

4° Par contre *de nouveaux tissus peuvent apparaître dans un organe.*

Des étamines du *Sinapis arvensis* attaqué par un Puceron nous ont montré la formation d'un tissu de cicatrisation autour des sacs polliniques atrophiés ; c'est le seul cas analogue que nous ayons observé, les organes floraux se défendant en somme très peu contre les actions parasitaires.

Les faisceaux libéro-ligneux des organes attaqués présentent quelquefois du parenchyme secondaire, alors qu'il ne s'en forme pas dans les organes sains correspondants.

Les parasites amènent la formation de poils. Ceux-ci sont rares, unicellulaires et cutinisés dans les cécidies produites par des Pucerons; ils sont comparables dans ce cas aux poils normaux que présentent la tige et les feuilles de la plante saine; les Diptères gallicoles amènent souvent la production de poils nouveaux pour la plante; ils sont allongés, ordinairement pluricellulaires, mais non ramifiés; on observe dans beaucoup de Phytoptocécidies des poils pluricellulaires, ramifiés. Rappelons ici le fait intéressant qui consiste dans la formation de poils dans le sac embryonnaire du *Stachys Betonica*, aux dépens des cellules nucellaires de bordure, par l'action d'un *Phytoptus*.

Les anthères du *Raphanus Raphanistrum* et du *Sisymbrium Irio* nous ont montré la formation, autour des sacs polliniques, de cellules à réseau fibreux, analogues aux cellules sus-endodermiques de la racine des Crucifères; elles apparaissent comme des cellules du tissu mécanique qui ont compliqué leurs épaississements.

Le tissu palissadique apparaît dans les organes qui prennent la structure de feuilles ordinaires.

Du collenchyme peut se développer également dans ces cas de phyllodie.

Du sclérenchyme apparaît assez rarement (fleurs de *Tanacetum* attaquées par un *Hormomyia*).

5° On observe de nombreux *changements de localisation* pour les différentes substances contenues dans les cellules.

La chlorophylle peut apparaître dans les étamines et jusque dans le funicule de l'ovule, alors même que l'ovaire reste fermé ; elle tend à disparaître au contraire des organes hypertrophiés qui ne subissent pas de phyllodie.

Des pigments apparaissent dans les cellules épidermiques sous l'action du *Cystopus*, d'*Aphis*, de Cécidomyes.

L'oxalate de chaux disparaît, en général, des organes hypertrophiés et apparaît souvent dans le connectif d'étamines atrophiées.

Sous l'action du *Cystopus candidus*, le *Sinapis arvensis* acquiert de nombreuses cellules à myrosine jusque dans ses étamines, qui n'en contiennent pas trace à l'état sain; il en est de même pour le *Raphanus Raphanistrum* attaqué par une Cécidomyie.

Les organes floraux hypertrophiés ont une vie beaucoup plus longue qu'à l'état normal.

Ils présentent, tant au point de vue histologique qu'au point de vue de la morphologie externe, des caractères plus jeunes. C'est ainsi que des anthères qui arrivent normalement à être dorsifixes, restent souvent basifixes, que les ovules de l'*Arabis sagittata* attaqué par un *Aphis* peuvent rester orthotropes, alors qu'ils deviennent campylotropes dans les ovaires sains. Les cloisons qui apparaissent secondairement dans les ovaires de Crucifères ou de Labiées peuvent ne pas se former.

II. — *Modifications subies par les organes sexuels.*

Ce n'est que très rarement (*Sherardia arvensis* attaqué par le *Peronospora calotheca*) que les organes sexuels se développent normalement et que les phénomènes de reproduction peuvent s'opérer dans les fleurs parasitées. Le plus souvent celles-ci sont infertiles, et cela de trois manières possibles :

1° Le parasite empêche toute apparition des fleurs; c'est le cas normal pour les pieds de l'*Anemone nemorosa* attaqués par le *Puccinia fusca*, pour ceux de l'*Euphorbia Cyparissias* envahis par des *Uromyces*, pour de nombreuses plantes dont le bourgeon terminal est envahi, avant la formation de boutons de fleurs, par des Cécidomyies, des Pucerons, des Phytoptides.

2° Les fleurs se développent, les cellules sexuelles semblent normalement constituées, mais la fleur ne s'ouvrant pas la fécondation est impossible ; c'est le cas du *Lotus corniculatus* attaqué par le *Cecidomyia Loti*.

3° Enfin les fleurs se développent, mais leurs organes sexuels sont altérés ; ils nous offrent des phénomènes que M. Giard a désignés sous le nom de *castration parasitaire*.

Notons d'abord un fait intéressant que m'ont présenté les fleurs inférieures mâles de l'*Euphorbia Cyparissias* attaquées par l'*Uromyces scutellatus*, et dans lesquelles apparaît régulièrement un pistil; c'est un fait du même ordre que M. Roze a constaté dans l'attaque de l'épi mâle du *Carex præcox* par l'*Ustilago Caricis* provoquant le développement des ovaires. Ces phénomènes sont aussi à rapprocher de celui qui a été signalé par MM. Giard et Magnin dans les fleurs femelles du *Lychnis dioica* où l'*Ustilago Antherarum* détermine l'apparition des étamines.

Rappelons les phénomènes que nous ont présentés les sacs polliniques et les ovules des fleurs appartenant à cette troisième catégorie.

A. *Sacs polliniques.* — La castration parasitaire des étamines est directe ou indirecte, au sens que M. Giard a donné à ces deux mots, suivant que le parasite remplace ou non les cellules sexuelles.

a) *Castration parasitaire directe.* — Elle s'observe pour les Ustilaginées; nous avons cherché à préciser la manière dont s'effectuait le remplacement des cellules sexuelles par les spores du parasite; nous avons vu qu'il y avait une véritable digestion des cellules mères et des cellules nourricières par le mycélium.

b) *Castration parasitaire indirecte.* — C'est le cas le plus général; les phénomènes qui se passent dans les sacs polliniques sont très constants, quels que soient les parasites; ils sont de deux sortes, suivant qu'il y a simple atrophie ou transformation des cellules sexuelles.

1° *Les cellules sexuelles sont atrophiées.* — L'atrophie a lieu à un stade quelconque du développement des sacs polliniques ; de sorte qu'on peut avoir, pour ces sacs polliniques, les différents aspects suivants :

α. Les cellules mères, les cellules de l'assise nourricière et de l'assise mécanique sont atrophiées et forment une masse protoplasmique plus ou moins desséchée où on peut encore reconnaître les différents noyaux; l'épiderme seul la sépare de l'extérieur.

β. L'épiderme et l'assise sous-épidermique (qui reste parenchymateuse ou se différencie en assise mécanique) délimite une masse atrophiée représentant les cellules nourricières et les cellules mères.

γ. La paroi est formée par l'épiderme, deux ou trois assises représentant l'assise mécanique qui différencie ou non ses épaississements ligneux, et une ou deux assises nourricières ; au centre se trouvent les cellules mères atrophiées.

δ. Les cellules sexuelles peuvent être arrêtées dans leur développement à l'état de tétrades, de grains de pollen à un noyau ou à deux noyaux, avec membrane plus ou moins bien différenciée.

ε. Enfin les cellules de la paroi peuvent proliférer, on peut en compter cinq ou six assises.

Tous ces phénomènes sont les mêmes qui s'observent dans les anthères qui s'atrophient par manque de nourriture.

2° *Les cellules sexuelles sont transformées.* — Les cellules mères, au lieu de s'atrophier, peuvent se transformer, dans les étamines hypertrophiées, en cellules parenchymateuses qui offrent tous les caractères des cellules du connectif, ou même en tissu conducteur, en un faisceau libéro-ligneux (par exemple dans le *Lychnis dioica* attaqué par le *Diplosis Steini*, dans le *Bromus secalinus* attaqué par le *Phytoptus tenuis*). Cette dernière transformation est particulièrement remarquable et montre à quel point les conditions extérieures peuvent influer sur la différenciation des tissus; car l'ensemble des actions provenant d'un parasite externe détermine, en définitive, un milieu particulier pour les organes qui s'y trouvent soumis.

Dans d'autres cas, ce sont les grains de pollen eux-mêmes qui se transforment en cellules de parenchyme; lorsqu'ils ne contiennent qu'un noyau celui-ci prend les caractères des noyaux des cellules hypertrophiées; s'ils contiennent deux noyaux, l'un peut s'hypertrophier comme dans le cas précédent, l'autre subissant une atrophie; nous avons été amenés à penser, en raison même du sort qui leur est réservé, que le premier est le noyau végétatif, qui réagit plus facilement que l'autre, le noyau mâle. Ces derniers grains de pollen nous offrent donc à la fois l'atrophie de leur partie sexuelle et la transformation de leur partie végétative.

B. *Ovules.* — Les ovules nous offrent de même les deux catégories de castration parasitaire.

a) *Castration parasitaire directe.* — Elle s'observe dans les fleurs d'*Avena* attaquées par l'*Ustilago Carbo*, dans celles de différentes Graminées attaquées par des *Claviceps*.

b) *Castration parasitaire indirecte.* — Elle a lieu de deux manières :

1° Le sac embryonnaire ne se différencie pas.

2° Les noyaux du sac embryonnaire s'atrophient.

Je n'ai jamais observé de cas de transformation des cellules sexuelles femelles en cellules parenchymateuses.

Dans une même cécidie les cellules sexuelles femelles résistent en général plus facilement que les cellules sexuelles mâles.

Nous avons observé, chemin faisant, que la digestion du nucelle par les cellules de ce tissu bordant le sac embryonnaire (*Knautia arvensis*) et que la formation de l'albumen peuvent se produire indépendamment de la formation de l'embryon.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Plusieurs auteurs se sont occupés de l'étude des associations désignées sous le nom de *cécidies* et qui s'établissent entre une plante et des parasites végétaux ou animaux; mais presque toutes les cécidies étudiées appartiennent au groupe de celles qui prennent naissance sur la racine, la tige ou les feuilles de l'hôte. Nous avons abordé l'examen des cécidies florales et nous avons étudié les transformations que subissent les organes floraux dans leur morphologie extérieure et leur anatomie.

Au cours de ce travail, nous avons observé un grand nombre de faits qui se sont présentés d'une manière isolée et que nous avons classés dans un *résumé général*. Nous voudrions maintenant mettre en lumière plusieurs d'entre eux, plus nouveaux ou plus remarquables que les autres, et montrer que cette étude, qui peut sembler très spéciale, offre, par certaines conclusions qui en découlent, une portée générale.

Modifications relatives à la morphologie extérieure. — Nous avons eu l'occasion de rapporter un grand nombre de transformations des organes floraux (transformation d'un organe quelconque en feuille, transformation des pétales en sépales, des étamines en pétales, des carpelles en étamines, etc.), à l'action de parasites internes ou externes.

Nous avons vu que certaines fleurs deviennent prolifères sous l'action de Pucerons (*Sinapis arvensis*, *Torilis Anthriscus*) ou de Phytoptides (*Daucus Carota*); pour le *Torilis Anthriscus* les phénomènes avaient été observés par Peyritsch, sans être rapportés à l'action de Pucerons; cela tient à ce que les parasites ont ordinairement quitté la plante lorsque les fleurs sont épanouies et que leurs transformations sont devenues bien apparentes. Ces observations nous donnent à penser que beaucoup de faits dits tératologiques doivent être dus à la présence de parasites, que ce sont des faits d'ordre pathologique.

Une intéressante modification des fleurs due au parasitisme consiste dans leur duplicature ; c'est ainsi que le *Viola silvestris* peut acquérir, lorsqu'il est attaqué par le *Puccinia Violæ*, un grand nombre de pétales supplémentaires.

Les plantes à capitules peuvent aussi, par des modifications de la forme de leurs fleurs, présenter le mode de duplicature qui leur est spécial. Nous avons vu le *Matricaria inodora* transformer ses fleurs tubuleuses en fleurs ligulées sous l'action du *Peronospora Radii.* Il est à remarquer que les modifications qui conduisent à la duplicature obtenue par des pratiques horticoles chez les Composées Radiées sont absolument identiques à celles que nous observons ici; dans les deux cas cette duplicature doit être due à des troubles qui surviennent dans la nutrition de la plante.

Le *Knautia arvensis* attaqué par le *Peronospora violacea* nous a offert un fait du même ordre particulièrement net; dans ce cas, où le parasite peut passer très facilement inaperçu, ou pourrait être amené à créer une espèce nouvelle; la plante présente un *dimorphisme parasitaire* d'autant plus intéressant que la cause peut ne pas résider dans la fleur même; ce fait est à rapprocher de plusieurs autres du même genre signalés par M. Giard chez les animaux.

Sous l'influence d'actions parasitaires les plantes peuvent présenter des modifications dans la distribution de leurs organes sexuels ; nous en avons observé un nouvel exemple très net chez l'*Euphorbia Cyparissias;* sur chaque rameau floral secondaire de cette plante la fleur inférieure est à l'état sain exclusivement mâle, toutes les autres étant hermaphrodites; lorsqu'elle est attaquée par divers *Uromyces*, cette fleur inférieure devient hermaphrodite; le parasite semble provoquer le développement d'un organe qui existe atrophié, en quelque sorte à l'état latent, et mettre en évidence que les fleurs unisexuées ne le sont que par avortement des organes correspondant à un sexe.

Certains faits que nous avons observés peuvent éclairer la morphologie générale. C'est ainsi que nous avons montré comment l'étamine se dédoublant en deux paires de lames, correspondant chacune à un sac pollinique, ne cesse pas pour cela d'être constituée par une feuille unique.

Nous avons trouvé un nouvel exemple de fleurs d'Ombellifères, rendues virescentes par des Pucerons, et présentant deux ovules dans chaque carpelle, l'un inférieur, tombant, qui apparaît normalement, l'autre supérieur, ascendant, qui ne se développe normalement pas.

La division constante de la glumelle supérieure de la fleur des Bromes, sous l'action des *Phytoptus*, en deux organes écartés l'un de l'autre, nous a amené à nous ranger à l'avis de ceux qui la considèrent comme formée de deux feuilles distinctes qui se soudent.

Modifications anatomiques. — Nous avons vu combien peuvent être considérables les transformations que les organes éprouvent dans leur structure anatomique; il est très rare que le parasite détermine la mort pure et simple des organes qu'il attaque; il n'arrive pas fréquemment non plus que les organes floraux se défendent contre l'action parasitaire; le plus généralement ces organes s'adaptent à une nouvelle fonction, qui est celle de nourrir le parasite, et toutes les différenciations spéciales qu'ils subissent normalement font place à une nouvelle organisation répondant au rôle qu'ils sont amenés accidentellement à remplir.

Tous les tissus peuvent être modifiés dans leur structure propre ou dans leur distribution; nous sommes habitués à voir la structure des organes varier avec les conditions auxquelles ils sont soumis, mais jamais on ne la voit subir de transformations aussi considérables que sous l'action de parasites.

Les cellules sexuelles mâles sont particulièrement intéressantes à considérer à ce point de vue ; elles se comportent de deux manières très différentes dans les cécidies florales ; ou bien elles ne s'écartent pas de leur évolution normale, mais n'arrivent presque jamais à former des grains de pollen bien constitués, les matériaux nutritifs nécessaires à cette formation étant détournés au profit du parasite ; ou bien elles cessent d'être sexuelles et se transforment en cellules de parenchyme qui prennent les mêmes caractères que le parenchyme ordinaire soumis à l'action parasitaire. On n'a jamais signalé une telle transformation sous l'influence des variations les plus considérables qui peuvent survenir dans les conditions de milieu jusqu'ici étudiées. Il y a plus, il peut se former, au centre de ce massif de cellules sexuelles transformées, un faisceau libéro-ligneux.

Ces faits, auxquels j'ajouterai celui qui consiste dans la formation de poils nucellaires à l'intérieur du sac embryonnaire du *Stachys Betonica* attaqué par des *Phytoptus*, montrent à quel point la plante est plastique ; les cellules d'une région donnée qui se différencient en tel ou tel tissu dans les conditions ordinaires, peuvent modifier cette différenciation, lorsque ces conditions viennent à changer, à tel point qu'on peut trouver au centre des sacs polliniques un tissu conducteur, au lieu de grains de pollen.

J'espère que ce travail, si incomplet qu'il soit, suffira à montrer combien de faits intéressants doit nous révéler l'étude détaillée de ces associations parasitaires, dont nous n'avons étudié qu'un nombre relativement peu considérable, au seul point de vue morphologique et anatomique.

Ce travail a été fait aux laboratoires de botanique de l'École Normale Supérieure et de la Sorbonne.

J'adresse mes plus vifs remerciements à MM. J. Costantin et G. Bonnier pour les encouragements qu'ils n'ont cessé de me prodiguer au cours de mes recherches.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE III.

Fig. 1 à 11. — *Dipsacus pilosus L.* attaqué par le *Peronospora violacea Berk.*

Fig. 1. — Capitule sain. Gr. nat.
Fig. 2. — Capitule attaqué ; les fleurs ne s'ouvrent qu'en partie ; les étamines ne sont pas saillantes au dehors du tube de la corolle. Gr. nat.
Fig. 3. — Fleur saine. Gr. 2,5.
Fig. 4. — Fleur attaquée. Gr. 2,5.
Fig. 5 et 6. — Calices de fleurs attaquées se prolongeant en une languette (*l*) du côté de la bractée. Gr. 2.
Fig. 7. — Calice de fleur attaquée, fendu dans son plan médian. Gr. 2.
Fig. 8. — Coupe d'une anthère attaquée, à sacs polliniques *s.p.* atrophiés. Gr. 50.
Fig. 9. — Coupe d'un sac pollinique atrophié ; *ép.* épiderme dont les cellules contiennent des grains de chlorophylle ; *s. ép.* assise sous-épidermique, non différenciée en assise mécanique ; *c. m.* massif protoplasmique interne formé par les cellules mères atrophiées, dont on reconnaît encore les noyaux *n.* Gr. 570.
Fig. 10. — Coupe d'un autre sac pollinique attaqué. A la partie inférieure du massif central on observe des cellules mères atrophiées *c. m.*, à la partie supérieure des grains de pollen atrophiés ; dans l'un *p.* on reconnaît encore le noyau qui est devenu pariétal. Gr. 300.
Fig. 11. — Coupe longitudinale du nucelle d'un ovule de fleur attaquée. — Malgré l'absence de fécondation l'assise interne du nucelle a commencé à digérer les assises plus externes (*dig.*). Gr. 50.

Fig. 12 à 21. — *Knautia arvensis Coult.* attaqué par le *Peronospora violacea Berk.*

Fig. 12. — Capitule sain ; les étamines sont saillantes, plus tard les styles le sont également. Réduction aux 2/3.
Fig. 13. — Capitule attaqué, dont les fleurs ne portent que de rares conidiophores ; les styles seuls apparaissent ; la forme des corolles est peu modifiée. Réduction aux 2/3.
Fig. 14. — Capitule attaqué, dont les fleurs portent de nombreux conidiophores ; on ne voit plus ni étamines ni styles ; la forme des corolles est très modifiée. Le pédoncule est légèrement tordu. Réduit aux 2/3.
Fig. 15. — Fleur saine périphérique ; *s.* sépales, *a.* anthères. Gr. 2.
Fig. 16. — Fleur saine centrale. Gr. 2.
Fig. 17. — Fleur périphérique ou centrale des capitules les plus attaqués,

tels que celui qui est représenté par la figure 14. On aperçoit les anthères en *a* par transparence. Gr. 2.

Fig. 18. — Coupe d'anthère attaqué ; *s. p.* sacs polliniques atrophiés. Gr. 60.

Fig. 19. — Coupe d'un sac pollinique attaqué réduit à son assise épidermique et à un massif interne de cellules atrophiées. Gr. 425.

Fig. 20. — Coupe d'un sac pollinique dont la paroi est formée par 2, 3 ou 4 assises de cellules non différenciées et la masse interne de cellules mères *c. m.* atrophiées. Gr. 450.

Fig. 21. — Cellule mère atrophiée, à protoplasma granuleux et chromatine diffuse. Gr. 855.

PLANCHE IV.

Matricaria inodora L. attaqué par le *Peronospora Radii de By.*

Fig. 1. — Capitule sain coupé longitudinalement suivant son axe. Gr. nat.

Fig. 2, 3, 4 et 5. — Capitules attaqués, à pédoncule tordu, et à corolles ligulées ordinairement dressées. Gr. nat.

Fig. 6. — Capitule divisé en plusieurs capitules secondaires. Gr. nat.

Fig. 7. — Partie supérieure d'inflorescence attaquée ; pédoncule terminal *p.* fascié. Gr. nat.

Fig. 8. — Ligule attaquée, à nervation se compliquant ; *n.* nervures normales ; *n'.* nervures accessoires. Gr. 2,25.

Fig. 9. — Fleur ligulée attaquée ne s'épanouissant pas, restant en forme de cornet. Gr. 12,5.

Fig. 10. — Fleurs ligulées attaquées, à 3 styles *st* , transformés en lames pétaloïdes. Gr. 12,5.

Fig. 11 et 12. — Fleurs ligulées attaquées, à styles plus ou moins transformés en lames pétaloïdes ; *p.* reste de papilles stigmatiques. Gr. 12,5.

Fig. 13. — Fleur ligulée dans laquelle apparaissent les 4^e et 5^e pétales (p_4, p_5). Gr. 12,5.

Fig. 14. — Fleur tubuleuse se transformant en fleur ligulée ; on y reconnaît encore les 5 pétales. Gr. 12,5.

Fig. 15. — Cellule de l'épiderme externe d'une corolle ligulée, à l'intérieur de laquelle a pénétré un suçoir *s.* du *Peronospora*, qui s'est accolé contre le noyau. Gr. 425.

Fig. 16. — Mycélium de *Peronospora* s'insinuant entre deux cellules de l'épiderme interne d'une corolle ligulée, puis en dessous de la cuticule *cut.* Gr. 425.

Fig. 17, 18 et 19. — Cellules de l'épiderme externe d'une corolle ligulée dans lesquelles la chromatine diffuse (fig. 17) se divise en deux (fig. 18) ou plusieurs (fig. 19) masses sphériques. Gr. 425.

Fig. 20. — Deux sacs polliniques voisins d'une anthère attaquée ; dans le sac de gauche les grains de pollen sont réduits à leur membrane non différenciée et qui s'est affaissée ; dans celui de droite on voit des cellules nourricières *c. n.* et un grain de pollen *p.* à membrane bien différenciée, et à protoplasma réduit. La paroi est réduite à l'assise épidermique *ép.*

Fig. 21. — Coupe transversale d'un pédoncule attaqué (écorce) ; il s'est formé du liège *l.* (plus externe à gauche qu'à droite) qui isole la zone externe attaquée et desséchée *z. d.* de la région plus interne.

PLANCHE V.

Sinapis arvensis L. attaqué par le *Cystopus candidus Lév.*

Fig. 1. — Fleur attaquée très hypertrophiée ; *s.* sépales ; *p.* pétales ; *ét.* étamines ; comparer avec les fleurs saines F′ de la figure 11. Gr. nat.

Fig. 2. — Fleur attaquée très hypertrophiée ; un seul sépale *s.* est hypertrophié, les autres *s′.* sont au contraire réduits. Gr. nat.

Fig. 3. — Sépale attaqué vu par sa face interne ; à la base on aperçoit de petites émergences *ém.* Gr. 2.

Fig. 4. — Pétale attaqué vu par sa face externe. Gr. 2.

Fig. 5, 7, 8. — Étamines attaquées dans lesquelles on reconnaît encore les sacs polliniques. Gr. 2.

Fig. 6. — Étamine attaquée. On ne voit plus trace de sacs polliniques. Gr. 3.

Fig. 9. — Carpelles *c.* ouverts et libres, portés par un axe commun *t.* Gr. 1,5.

Fig. 10. — Pistil attaqué fortement hypertrophié. Gr. nat.

Fig. 11. — Sommet d'une inflorescence attaquée ; l'axe *t.* et la fleur F. sont très hypertrophiés ; les autres fleurs apparaissent à l'état normal (F′) ou sont atrophiées (F″). Gr. nat.

Fig. 12. — Coupe transversale d'une anthère dans laquelle se sont développés de nombreux faisceaux libéro-ligneux accessoires *f′.* en plus du faisceau normal *f.* Gr. 12,5.

Fig. 13. — Coupe transversale d'une anthère dans laquelle on reconnaît encore les massifs de cellules mères *c. m.* et dans le connectif de laquelle apparaissent des cellules à myrosine *c. sp.* ; *f.* faisceau libéro-ligneux normal ; *f′.* faisceaux accessoires.

Fig. 14. — Coupe transversale d'une anthère dans laquelle on ne voit plus trace de cellules sexuelles ; *p.* poils épidermiques. Gr. 40.

Fig. 15. — Coupe d'un sac pollinique dans lequel les cellules mères *c. m.* ont avorté et dont la paroi est formée par 4 assises non différenciées. Gr. 225.

Fig. 16 et 17. — Coupes de sacs polliniques dans lesquels les cellules mères *c. m.* se sont transformées en cellules de parenchyme. Gr. 150.

Fig. 18. — Coupe transversale d'un sépale attaqué ; *c. sp.* cellules à myrosine. Le nombre des assises de parenchyme est beaucoup plus considérable que dans les sépales sains. Gr. 110.

Fig. 19. — Cellules de parenchyme attaqué. Cellules à myrosine *c. sp.* à protoplasma granuleux, sans chlorophylle, à très gros noyau ; *c. p.* est une cellule ordinaire de parenchyme ; elle contient des grains de chlorophylle *ch.* et son noyau *n.* est relativement très petit ; *m.* mycélium du *Cystopus.* Gr. 425.

PLANCHE VI.

Fig. 1 à 11. — *Viola silvestris Lam.* attaqué par le *Puccinia Violæ Schum.*

Fig. 1. — Calice sain. Gr. 2.

Fig. 2. — Calice attaqué, hypertrophié ; les taches correspondent à des æcidiums. Gr. 2.

Fig. 3. — Pétale antérieur sain. Gr. 2.

Fig. 4. — Pétale antérieur attaqué. Gr. 2.

Fig. 5. — Étamine antérieure saine, vue par sa face interne. Gr. 4.

Fig. 6. — Étamine antérieure attaquée, vue par sa face externe, à prolongement *pr.* fort réduit. Gr. 4.

Fig. 7 et 8. — Coupes transversales de sépales sain et attaqué ; *ép.e.* épiderme externe, *ép. i.* épiderme interne. Gr. 225.

Fig. 9 et 10. — Cellule du parenchyme des sépales sain (fig. 9) et attaqué (fig. 10); *ch.* grains de chlorophylle ; *n.* noyau. Gr. 425.

Fig. 11. — Diagramme d'une fleur doublée par l'action de la Puccinie ; *p.* pétales normaux ; *p'.* pétales supplémentaires ; *é.p.* étamine pétaloïde.

Fig. 12 à 15. — *Anemone nemorosa L.* attaqué par l'*Æcidium leucospermum* D.C.

Fig. 12 et 13. — Coupes transversales de sépales sain (fig. 12) et attaqué (fig. 13) ; *ép. e.* épiderme externe; *pal.* assise en palissade. Gr. 225.

Fig. 14. — Cellule du parenchyme chlorophyllien d'un sépale attaqué ; *n.* noyau. Gr. 570.

Fig. 15. — Cellule d'un sépale dans laquelle a pénétré un suçoir *s.* du mycélium ; *n.* noyau qui s'est divisé. Gr. 570.

Fig. 16 et 17. — *Lychnis dioica L.* attaqué par l'*Ustilago Antherarum Tul.*

Fig. 16. — Coupe transversale pratiquée dans un sac pollinique ; *ép.* épiderme ; *a. m.* assise mécanique ; *c. n.* cellule nourricière qui s'est transformée en cellule de paroi ; *sp.* spores de l'Ustilaginée ; *c. m.* cellules mères en voie de digestion. Gr. 425.

Fig. 17. — Coupe transversale d'un sac pollinique ; *c. n.* cellules nourricières qui se sont transformées en cellules mécaniques. Gr. 850.

Fig. 18. — *Knautia arvensis Coult.* attaqué par l'*Ustilago Flosculorum Tul.*

Fig. 18. — Coupe transversale d'un sac pollinique. Les lettres ont la même signification que pour la figure 16, sauf *s. ép.* assise sous-épidermique non différenciée en assise mécanique. Gr. 570.

PLANCHE VII.

Fig. 1 à 12. — *Raphanus Raphanistrum L.* attaqué par le *Cecidomyia Raphanistri Kieff.*

Fig. 1 et 2. — Boutons de fleurs saine (fig. 1) et attaquée (fig. 2). Gr. 2.

Fig. 3 et 4. — Pétales sain (fig. 3) et attaqué (fig. 4). Gr. 1,5.

Fig. 5 et 6. — Étamines saine (fig. 5) et attaquée (fig. 6). Gr. 2,5.

Fig. 7. — Coupe transversale de deux sacs polliniques voisins d'une anthère attaquée ; l'un de ces sacs est entouré en grande partie par un massif de cellules *c. r.* à épaississements lignifiés en réseau. Gr. 75.

Fig. 8. — *c. r.* groupe de 4 de ces cellules en réseau dans la paroi commune à deux sacs polliniques. Gr. 150.

Fig. 9 à 12. — Cellules à épaississements en réseau, à des degrés divers de complication. Gr. 300.

Fig. 13 à 18. — *Cerastium vulgatum L.* attaqué par le *Cecidomyia Lotharingiæ Kieff.*

Fig. 13 et 14. — Coupes transversales de sépales sain (fig. 13) et attaqué (fig. 14) ; épiderme interne à cuticule beaucoup moins épaisse dans le sépale attaqué. Gr. 300.

Fig. 15 et 16. — Coupes transversales de pétales sain (fig. 15) et attaqué (fig. 16) ; le pétale attaqué présente des cellules très hypertrophiées. Gr. 300.

Fig. 17. — Portion de sac pollinique d'anthère attaquée ; *ép.* épiderme de la paroi ; les cellules sous-épidermiques ne sont pas différenciées en cellules mécaniques ; *c. m.* cellules mères à noyau hypertrophié. Gr. 570.

Fig. 18. — Grain de pollen dont l'un des noyaux *n.v.* est hypertrophié, l'autre *n. m.* atrophié. Gr. 850.

Fig. 19 à 27. — *Lychnis dioica L.* attaqué par le *Diplosis Steini Karsch.*

Fig. 19 et 20. — Boutons de fleurs mâles saine (fig. 19) et attaquée (fig. 20). Gr. nat.

Fig. 21 et 22. — Pétales attaqués. Gr. 1,5.

Fig. 23 et 24. — Étamines attaquées, sur lesquelles se sont développés de nombreux poils. Gr. 1,5.

Fig. 25. — Portion de sac pollinique attaqué ; *c. m.* cellules mères atrophiées ; *c. m'.* cellule mère hypertrophiée. Gr. 425.

Fig. 26. — Coupe transversale d'anthère attaquée ; en f_1, f_2, f_3, on observe des faisceaux libéro-ligneux accessoires, bordant les cavités des sacs polliniques ; *f.* faisceau normal. Gr. 50.

Fig. 27. — Les faisceaux f_1, f_2, de la figure précédente, observés à un plus fort grossissement. Gr. 225.

Fig. 28 à 30. — *Tanacetum vulgare L.* attaqué par l'*Hormomyia Tanaceticola Karsch.*

Fig. 28. — Capitule présentant une fleur *f.* attaquée. Gr. nat.

Fig. 29. — Une fleur attaquée portant sur les parois latérales des fleurs atrophiées *f'*. Gr. nat.

Fig. 30. — Coupe transversale d'un sépale attaqué ; *ép.e.* épiderme externe formé de très petites cellules ; *scl.* sclérenchyme interne ; le nombre des assises s'est accru dans de grandes proportions. Gr. 75.

PLANCHE VIII.

Fig. 1 à 8. — Légumineuses attaquées par le *Diplosis Loti D. C.*

Fig. 1 et 2. — Fleurs d'*Onobrychis sativa Lam.* saine (fig. 1) et attaquée (fig. 2). Gr. nat.

Fig. 3. — Fleur de *Lotus corniculatus L.* attaquée. Gr. nat.

Fig. 4 et 5. — Coupe transversale de carènes de *Medicago sativa L.* saine (fig. 4) et attaquée (fig. 5). Gr. 150.

Fig. 6. — Coupe transversale de deux sacs polliniques de *Lotus corniculatus ;* la cloison de séparation *cl.* est très hypertrophiée. Gr. 150.

Fig. 7 et 8. — Coupes transversales d'ailes d'*Onobrychis sativa* saine (fig. 7) et attaquée (fig. 8). Gr. 150.

Fig. 9 à 14. — *Daucus Carota* attaqué par l'*Asphondylia Umbellatarum F. Löw.*

Fig. 9. — Diakène dont un carpelle contient une larve et se trouve très renflé. Gr. 4.

Fig. 10. — Coupe transversale du diakène précédent ; *f.* faisceaux normaux ; *c. s.* canaux sécréteurs normaux ; *f'.* faisceaux accessoires ; *c. s'.* canaux sécréteurs accessoires. Gr. 20.

Fig. 11 et 12. — Coupes transversales de la paroi d'un akène sain (fig. 11) et d'un akène attaqué (fig. 12) ; *c.* s_1. canaux sécréteurs normaux en dehors des faisceaux normaux ; *c.* s_2. canaux sécréteurs normaux intermédiaires aux faisceaux ; *c. s'.* canaux sécréteurs accessoires ; *v. l.* vaisseaux ligneux dissociés par le parenchyme. Gr. 100.

Fig. 13. — Portion de faisceau libéro-ligneux ; *v. l.* vaisseaux ligneux dissociés par le parenchyme *par.* Gr. 300.

Fig. 14. — Poils de l'épiderme interne d'un akène attaqué. Gr. 250.

Fig. 15 et 16. — *Spiræa Ulmaria L.* attaqué par le *Cecidomyia Engstfeldi Rübs.*

Fig. 15 et 16. – Coupes transversales de sépales sain (fig. 15) et attaqué (fig. 16) ; *ép. i.* épiderme interne sclérifié dans le sépale attaqué ; *ép. e.* épiderme externe dont une cellule s'est allongée en poil dans le sépale attaqué. Gr. 225.

PLANCHE IX.

Arabis sagittata D.C. attaqué par un *Aphis.*

Fig. 1 et 2. — Inflorescences saine (fig. 1) et attaquée (fig. 2). Réduct. de moitié.

Fig. 3. — Fleur saine. Gr. 3.

Fig. 4. — Fleur attaquée, à silique bien développée ; les sépales, pétales et étamines restent adhérents. Gr. nat.

Fig. 5 et 6. — Fleur et silique attaquées. Gr. 1,5.

Fig. 7 et 8. — Coupes transversales de pétales sain (fig. 7) et attaqué (fig. 8), orientés de même manière. Gr. 300.

Fig. 9. — Étamine attaquée. Gr. 40.

Fig. 10. — Coupe transversale d'anthère attaquée ; *c. m.* cellules mères atrophiées. Gr. 75.

Fig. 11. — Coupe transversale d'un sac pollinique attaqué ; *c. m.* cellules mères atrophiées formant une masse homogène dans laquelle on ne reconnaît plus les noyaux. Gr. 225.

Fig. 12. — Base d'un pétale attaqué ; *p.* poils qui se développent sous l'action de l'*Aphis,* les uns droits, les autres en T. Gr. 12,5.

Fig. 13 et 14. — Coupes transversales de funicules sain (fig. 13) et attaqué (fig. 14). Gr. 150.

Fig. 15 et 16. — Ovules attaqués dont les funicules sont longs et sinueux ; l'ovule de la figure 15 est presque orthotrope. Gr. 25.

PLANCHE X.

Figures 1 à 10. — *Sinapis arvensis L.* attaqué par l'*Aphis* Sp_2.

Fig. 1 et 2. — Inflorescences saine (fig. 1) et attaquée (fig. 2). Réd. de moitié.

Fig. 3. — Fleur virescente dont l'axe est prolongé *t.* ; *r.* rameaux naissant à l'aisselle de feuilles florales. Gr. 2,5.

Fig. 4 et 5. — Étamines attaquées. Gr. 12.

Fig. 6 et 7. — Coupes transversales de pétales sain (fig. 6) et attaqué (fig. 7) ; *pal.* parenchyme palissadique. Gr. 300.

Fig. 8. — Coupe transversale d'une anthère à sacs polliniques contenant des cellules mères *c. m.* atrophiées. Gr. 50.

Fig. 9. — Coupe transversale dans un sac pollinique dont les cellules mères *c. m.* se sont transformées en cellules parenchymateuses, ainsi que toutes les autres assises plus externes. Gr. 225.

Fig. 10. — Coupe transversale du connectif d'une anthère attaquée ; *p. s.* parenchyme secondaire. Gr. 225.

Fig. 11 et 12. — *Capsella Bursa-pastoris* attaqué par un *Aphis*.

Fig. 11 et 12. — Coupes transversales de sépales sain (fig. 11) et attaqué (fig. 12). Gr. 280.

PLANCHE XI.

Fig. 1 à 7. — *Sinapis arvensis* attaqué par l'*Aphis* Sp_1.

Fig. 1. — Inflorescence attaquée. Gr. nat. — Comparer avec l'inflorescence saine de la même plante représentée par la figure 1 de la planche précédente.

Fig. 2. — Fleur attaquée ; *ét.* étamines atrophiées ; *c.* pistil renflé vésiculeux. Gr. nat.

Fig. 3. — *f.* fleur dont les carpelles *c.* sont portés par un pédoncule *t.* allongé ; f_1. fleurs secondaires. Gr. nat.

Fig. 4. — *f.* fleur dont les carpelles *c.* sont à demi séparés et libres, et laissent apercevoir entre eux un groupe de fleurs à l'état de boutons. Gr. nat.

Fig. 5. — Coupe transversale d'une anthère atrophiée ; *p. s.* parenchyme secondaire de cicatrisation. Gr. 75.

Fig. 6. — Un des sacs polliniques précédents ; *p. s.* parenchyme secondaire apparaissant jusque dans la paroi du sac pollinique. Gr. 225.

Fig. 7. — Pétale attaqué ; *c.* collenchyme au niveau de la nervure ; *p. ch.* parenchyme chlorophyllien lacuneux. Comparer avec la figure 6 de la planche précédente représentant la coupe d'un pétale sain. Gr. 225.

Fig. 8 et 9. — *Silene inflata Sm.* attaqué par l'*Aphis Cucubali Pass.*

Fig. 8 et 9. — Coupes transversales de sépales sain (fig. 8) et attaqué (fig. 9), *ép.i.* épiderme interne, *end.* endoderme ; *col.* collenchyme du conjonctif. Gr. 150.

Fig. 10 à 15. — *Valerianella Auricula D.C.* attaqué par le *Trioza Centranthi Vall.*

Fig. 10 et 11. — Inflorescences saines (fig. 10) et attaquées (fig. 11) ; *fl.* fleurs hypertrophiées. Gr. nat.

Fig. 12. — Fleur à calice très développé ; *l.* loges stériles. Gr. 1,5.

Fig. 13. — Fleur hypertrophiée ; *s.* calice ; *p.* corolle ; *st.* styles hypertrophiés et virescents. Gr. 1,5.

Fig. 14 et 15. — Fleurs hypertrophiées ; *s.* calice, *p.* corolle, *c.* pistil. Gr. 2.

PLANCHE XII.

Fig. 1 à 15. — *Torilis Anthriscus Gm.* attaqué par l'*Aphis? Anthrisci Kalt.*

Fig. 1 et 2. — Inflorescences saine (fig. 1) et attaquée (fig. 2). Réd. de moitié.

Fig. 3 et 4. — Schémas de fleurs prolifères ; f_1. fleur primitive ; f_2, f_3, fleurs d'ordres 2, 3.

Fig. 5. — Fleur saine ; *p.* pétales ; *ét.* étamines ; *ov.* ovaire ; *st.* stigmate ; *n.* nectaires. Gr. 15.

Fig. 6. — Pistil attaqué ; il s'est simplement un peu allongé ; les poils de l'ovaire sont un peu moins développés. Gr. 4.

Fig. 7. — Pistil attaqué ; l'ovaire *ov.* est très allongé et ne présente plus de poils ; *st.* styles virescents. Gr. 2.

Fig. 8. — 8*a.* — Pistil attaqué, à carpelles ouverts et libres. Gr. 15.

— 8*b.* — Pistil attaqué ; carpelles *c.* ouverts et libres ; l'axe de la fleur se continue au delà et porte une nouvelle fleur f_2. Gr. 2.

Fig. 9 à 11. — Étamines attaquées ; les sacs polliniques sont remplacés par 2 lames l_1, l_2, qui portent des poils *p.* sur leurs bords. Gr. 40.

Fig. 12. — Coupe longitudinale axiale d'un pistil attaqué analogue à celui qui est représenté par la figure 7 ; ov_1, ovule normal ; ov_2, ovule ascendant ; les deux atrophiés et portés par des funicules f_1, f_2, très épaissis. Gr. 12.

Fig. 13 et 14. — Canaux sécréteurs, intermédiaires aux faisceaux libéroligneux, d'un carpelle sain (fig. 13) et d'un carpelle attaqué (fig. 14) ; *ép. i.* épiderme interne. Gr. 225.

Fig. 15. — Fleur attaquée prolifère ; *s.* sépales ; *p.* pétales ; *ét.* étamines ; *c.* carpelles de la fleur primitive transformés en feuilles vertes ; f', f'', f''_1, fleurs secondaires portées par des pédoncules p', p'', naissant à l'aisselle des carpelles ; ces dernières fleurs présentent des cycles incomplets. Gr. 12.

Fig. 16 et 17. — *Capsella Bursa-pastoris Mœnch* attaqué par le *Phytoptus longior Nal.*

Fig. 16. — Inflorescence attaquée ; *f.* fleurs atrophiées ; *f'.* fleurs virescentes. Gr. nat.

Fig. 17. — Poil développé sur les organes attaqués. Gr. 110.

PLANCHE XIII.

Fig. 1 à 7. — *Geranium dissectum L.* attaqué par le *Phytoptus Schlechtendali Nal.*

Fig. 1. — Poil développé sur un pétale attaqué. Gr. 110.

Fig. 2. — Poil développé sur un sépale attaqué. Gr. 300.

Fig. 3 et 4. — Coupes transversales de pétales sain (fig. 3) et attaqué (fig. 4) ; *ép. i.* épiderme interne. Gr. 425.

Fig. 5 et 6. — Coupes transversales de sépales sain (fig. 5) et attaqué (fig. 6) ; *ép. i.* épiderme interne ; *s. ép.* assise en dessous de l'épiderme interne, à macles *cr.* d'oxalate de chaux dans le sépale sain ; *n*, *n'*, noyaux des cellules épidermiques saines (*n*) et attaquées (*n'*). Gr. 450.

Fig. 7. — Coupe transversale d'un sac pollinique attaqué ; *ép.* épiderme à noyaux *n.* hypertrophiés ; pas d'assise mécanique différenciée ; *p.* grains de pollen atrophiés ; *cr.* macle d'oxalate de chaux. Gr. 450.

Fig. 8 à 18. — Bromes attaqués par le *Phytoptus tenuis Nal.*

Fig. 8. — Inflorescence de *Bromus tectorum L.* attaquée. Gr. nat.
Toutes les autres figures se rapportent au *Bromus secalinus L.*

Fig. 9, 10 et 11. — Épillets sain (fig. 9), attaqué dans sa partie supérieure (fig. 10), complètement envahi (fig. 11). Gr. 1,5.

Fig. 12 et 13. — Glumelle supérieure saine (fig. 12) et attaquée (fig. 13) à échancrure médiane ; pour la figure 12. Gr. 2,5 ; pour la figure 13. Gr. 4,5.

Fig. 14. — Étamine transformée ; l_1, l_2, lames naissant sur le filet et remplaçant les sacs polliniques. Gr. 12.

Fig. 15 et 16. — Coupes transversales de glumelles inférieures saine (fig. 15) et attaquée (fig. 16) ; *ép. e.* épiderme externe. Gr. 225.

Fig. 17 et 18. — Épidermes de glumelles inférieures saine (fig. 17) et attaquée (fig. 18). Gr. 225.

PLANCHE XIV.

Fig. 1 à 9. — Bromes attaqués par le *Phytoptus tenuis Nal.*

Fig. 1. — *Bromus erectus L.* ; glumelle inférieure présentant sur sa face interne de nombreuses émergences *ém.* ramifiées. Gr. 25.

Toutes les autres figures se rapportent au *Bromus secalinus.*

Fig. 2. — Coupe transversale d'une anthère complètement transformée en deux paires de lames l_1, l_2. Gr. 75.

Fig. 3. — Épiderme d'une de ces lames à cellules et noyaux très hypertrophiés. Gr. 570.

Fig. 4. — Coupe transversale d'un sac pollinique à cellules mères *c. m.* atrophiées ; *ép.* épiderme ; *a. m.* assise mécanique dépourvue d'ornements fibreux ; *c. n.* cellules nourricières allongées radialement. Gr. 420.

Fig. 5. — Coupe transversale d'une anthère ; *c. m.* cellules mères atrophiées ; *f.* faisceaux libéro-ligneux remplaçant les cellules mères dans trois sacs polliniques ; *l.* lame s'insérant plus bas. Gr. 100.

Fig. 6. — Pistil transformé ; *ov.* ovaire ouvert suivant une boutonnière *b.* Gr. 50.

Fig. 7. — Coupe longitudinale de la paroi de l'ovaire ; *ép.* épiderme à cellules hypertrophiées. Gr. 420.

Fig. 8. — Pistil transformé, ouvert ; *ov.* ovule. Gr. 100.

Fig. 9. — Portion de stigmate attaqué, à courtes ramifications. Gr. 150.

Fig. 10 à 13. — *Stachys Betonica Benth.* attaqué par le *Phytoptus solidus Nal.*

Fig. 10. — Poil ramifié d'un sépale attaqué. Gr. 85.

Fig. 11. — Pistil attaqué ; *p.* poils terminant un style. Gr. 30.

Fig. 12. — Coupe transversale d'un sac embryonnaire attaqué ; *p*, poil nucellaire coupé longitudinalement ; *p'.* poils coupés transversalement. Gr. 300.

Fig. 13. — Coupe transversale pratiquée plus bas, dans le même sac embryonnaire ; *n.* noyaux de l'albumen ; *pr.* protoplasma pariétal, avec son noyau, d'un poil nucellaire. Gr. 570.

ESSAI

SUR LE

GENRE CALYMPERES

Par M. ÉMILE BESCHERELLE.

Nous n'avons pas l'intention de faire ici la monographie du genre *Calymperes*, trop d'espèces circulent dans les herbiers à l'état de *Nomina nuda ;* le nombre des espèces connues, en effet, dépasse 197 et la moitié à peine possède un état civil régulier. Nous désirons seulement exposer quelques considérations sur ce genre de Mousses et sur le rôle prépondérant que certaines parties de la feuille devraient jouer dans l'étude de la classification des espèces qu'il comprend.

Origine du genre. — Fréd. Weber est le premier qui ait fait connaître le g. *Calymperes ;* on trouve, en effet, dans son tableau synoptique (1) des genres de Mousses frondeuses, dressé en 1813, l'indication suivante :

« *Calymperes* Swartz *e musco in Sierra Leona ab ill. Afzelio detecto novum genus præter characterem essentialem in tabula notatum sequentibus signis gaudet : Calyptra magna capsulam totam obvelans, torta, inferne circa setam constricta, octocarinata, persistens, superne, ubi operculum a capsula solvitur, inter binas carinas longitudinaliter hians et semina emittens. Operculum in apice calyptræ residuum. Peristomium nullum. Annulus non observatus. Flores diclini, feminei terminales, masculi monoeci axillares.* »

---

(1) Cf. Fred. Weber, *Tabula exhibens calyptratarum operculatarum sive muscorum frondosorum genera*, Kiliæ, 1813.

Deux années plus tard (décembre 1815), Schwaegrichen (1) ayant à décrire deux mousses présentant les caractères du g. *Calymperes*, publia de nouveau la diagnose générique en la faisant précéder de cette observation : *Genus a Swartzio conditum et a Webero in Tabula... exhibente, propositum ; omnibus partibus valde memorabile est.* (Les espèces décrites sont le *C. lonchophyllum* de la Guyane et le *C. Palisoti* du royaume d'Oware, en Afrique.) Ce n'est qu'en 1818 que Swartz (2) a définitivement fait connaître le genre *Calymperes* (en décrivant le *C. Afzelii* de la Sénégambie) annoncé par Weber en 1813 et Schwaegrichen en 1816. C'est pourquoi les auteurs récents sont unanimes à déclarer que le genre en question a été créé en 1818 par Swartz, alors que cette date ne doit s'appliquer qu'à la publication du *C. Afzelii.*

« Son nom vient, dit Swartz, du gr. *Velamen et transadigo, quoniam cælyptraque fructus tegitur rimis apice aperitur.* » Dans le *Methodus muscorum* (1819), Bridel émet l'avis que ce nom vient de κάλυμμα, *tegumentum*, et πηρα, *saccus, ob calyptram totam capsulam quasi sacco amicientem, huic gen. a Swartzio impositum;* mais dix ans plus tard dans le *Bryologia universa*, il modifie son opinion et revient à celle de Swartz en faisant dériver le mot de κάλυμμα et πειρω, *transeo quoniam calyptræque fructus obvelatur rimis apice dehiscit.*

La coiffe est en effet le principal caractère du genre ; elle enveloppe toute la capsule et descend même en spirale sur le pédicelle ; rétrécie à la base, elle ne peut tomber à la maturité de la capsule et elle persiste après l'émission des spores qui s'échappent à travers les plis de la partie supérieure entr'ouverts à cet effet; elle est plissée dans toute sa longueur et les plis sont souvent raboteux et dentés, surtout vers le sommet, lequel est couvert de très fortes papilles arrondies.

---

(1) Cf. *Species muscor.* Suppl., I, 1816, p. 333.

(2) Cf. *Jahrbucher des Gewachskunde*, 1er vol. 1820, comprenant les fascicules de 1818, 1819, 1820.

M. l'abbé Morin (1) fait une confusion entre les *Calymperes* et les *Syrrhopodon*, quand il dit : « Nous emploierons assez indifféremment ces deux noms. C'est ce qu'ont fait la plupart des bryologues ! et dans notre étude de ces plantes, nous avons trouvé des motifs de les réunir plutôt que de les séparer. » Il est vrai qu'il n'a étudié que 4 espèces appartenant à deux sections différentes, alors que le genre en comprend 197... au moins ! Mais quant à confondre les deux genres *Calymperes* et *Syrrhopodon*, lorsque l'on possède les fructifications, cela n'est guère arrivé aux bryologues descripteurs, et même à l'état stérile, il y a un caractère qui est permanent dans les feuilles ; celles des *Calymperes* n'ont jamais de nervures marginales, cette nervure, lorsqu'elle existe, est toujours séparée de la marge dans les 2/3 au moins de sa longueur par 1, 2, 3 séries de cellules chlorophylleuses carrées, et la feuille n'est jamais bordée d'un limbe hyalin ou de lamelles marginales, comme cela a lieu dans le genre *Syrrhopodon*.

Origine des espèces. — Au commencement du siècle plusieurs échantillons de *Calymperes* étaient en circulation. Ils avaient été rapportés, l'un du royaume d'Oware (Afrique), par Palisot de Beauvais, en 1787, deux autres de la Guyane et de l'île Saint-Thomas (Antilles), par L.-C. Richard (1781-1787), un quatrième de la Sénégambie, par le professeur Afzelius, en 1792, et enfin un cinquième des Moluques, par Gaudichaud vers la fin de 1818.

Ces cinq malheureux échantillons eurent toutes sortes d'aventures et l'un d'eux a sombré en route, qui était digne d'un meilleur sort.

L'échantillon de Palisot, communiqué sous le nom de *Cryphium vaginans* à Schwaegrichen, a été décrit (2) sous le nom de *C. Palisoti ;* mais l'auteur confondit avec lui les échantillons américains de Richard, et l'on ne peut savoir dans les dessins qu'il en donne ceux qui se rapportent à la mousse d'Oware. On ne trouve d'ailleurs dans son herbier (qui est la propriété de M. Barbey et dont nous avons pu prendre connaissance) aucun échantillon de cette mousse, tous ceux qui sont collés sur la feuille de papier portant en tête le nom de *C. Palisoti*, appartiennent à la Guyane (Richard), à Java (Reinward), et aux Moluques (Gaudichaud).

---

(1) Cf. *Thèse pour le Doctorat ès sc. naturelles.* Rennes, 1893.

(2) Cf. Schwaegrichen, *Sp. musc.*, Suppl. I, p. 333, 1816.

L'échantillon d'Afzelius a été décrit, comme nous l'avons dit plus haut, par Swartz (1818) sous le nom de *C. Afzelii*, et celui des Moluques par Schwaegrichen (1) sous le nom de *C. moluccense*.

Bridel, qui avait d'abord (*Mantissa* 1819, p. 193) rapporté l'espèce de Sierra Leone au *C. Palisoti*, supprime, dans le *Bryol. univ.* (1827), cette dernière espèce qui devient un simple synonyme de *C. Afzelii*, et, pour que la confusion soit complète, il range sous cette désignation les *C. Palisoti*, *C. moluccense* et les espèces américaines ; de telle sorte qu'en 1827 il n'y avait plus qu'une seule espèce de *Calymperes*.

Dans son *Synopsis* (1849-1851), M. Ch. Mueller a séparé les échantillons de la Guyane de ceux de l'Afrique occidentale ; le *C. Afzelii* n'a plus pour patrie que Sierra Leone ; les espèces de L.-C. Richard deviennent le type du *C. Richardi*, et le *C. moluccense* reprend son rang d'espèce. Quant au pauvre *C. Palisoti*, le plus ancien, il disparaît, la localité d'Oware n'est plus citée et le nom seul de *C. Palisoti* devient synonyme *pro parte* du *C. Afzelii* et du *C. Richardi*. Nous verrons par la suite qu'il ne méritait pas cette déchéance.

Le *C. lonchophyllum*, rapporté par Richard de la Guyane et décrit par Schwaegrichen en 1816, a survécu à tous les démembrements et a été toujours considéré comme une espèce propre.

Nous avons dit que l'espèce de Sierra Leone, nommée en 1818 par Swartz *C. Afzelii*, avait, au début, été considérée par Bridel (1819) comme identique au *C. Palisoti*. Swartz n'est pas non plus à l'abri de reproches, puisqu'il dit (*l.c.*) que la plante de Sierra Leone se trouve aussi *in America calidiore*, confondant ainsi l'espèce africaine avec celle de la Guyane. C'est pour cette raison sans doute que tous les échantillons de la Guyane qui existent dans l'herbier C. Montagne ont été attribués au *C. Afzelii.*

---

(1) Cf. Schwaegrichen, *Sp. musc.*, Suppl. II 2, p. 99, 1824.

Bridel, dans le *Bryol. univ.*, II, p. 87, cite deux nouvelles espèces, l'une, le *C. Berterii* Spreng, qu'il indique comme *suspectissima species* et que M. Ch. Mueller considère comme n'appartenant pas au genre *Calymperes ;* l'autre, le *C. Gardneri* Hook, qui est un *Syrrhopodon.*

Hampe a décrit dans les *Plantæ Preissianæ* le *C. latifolium* et M. Ch. Mueller a donné dans le *Linnæa* (1848) la diagnose du *C. erosum* de Surinam. Son *Synopsis* (1849-1851) renferme, en outre des espèces déjà connues à cette époque, les *C. serratum* Al. Br. de Java ; *C. erosum*, de Surinam ; *C. disciforme* de la Guyane Hollandaise et des Antilles, et le *C. Cruegeri*, de la Trinidad.

Jusqu'ici tout marche bien, les espèces ne sont plus controversées, mais à partir de la publication du *Bryologia javanica* (1855-1858), la confusion recommence. Dans cet ouvrage les auteurs décrivent et figurent 5 espèces, les *C. Motleyi* Mitt. Mss., *C. serratum* déjà mentionné, *C. Hampei*, *C. fasciculatum* et *C. moluccense*, ce dernier déjà décrit et figuré par Schwaegrichen.

M. Mitten (1) déclare :

1° Que le *C. fasciculatum* Dz et Molk. est le vrai *C. moluccense* de Schwaegrichen qu'on trouve, dit-il, à Singapour, à Java, à Labuan, à Hong-kong et à Rawak ;

2° Que le *C. moluccense* du *Bryologia javanica* n'est pas l'espèce de Schwægrichen (Moluques) mais bien le *C. Dozyanum* Mitt. Ms. qui se rencontre dans les Indes Orientales (Herb. Dickson).

Comme les figures du *Bryologia javanica* et le texte ne sont pas suffisamment explicites quant à la longueur et à la largeur du limbe intramarginal, ou à la forme de l'ensemble des cellules hyalines de la base des feuilles, un grand nombre d'échantillons provenant de la Malaisie a été rapporté soit au *C. moluccense* du *Bryologia javanica*, soit au *C. Dozyanum* Mitt.

---

(1) Cf. *Musci Indiæ orientalis*, 1859.

En présence des énonciations de M. Mitten qui me semblaient fondées en ce qui concerne le *C. moluccense*, très différent du type de Schwaegrichen, j'ai demandé à Leyde communication des *Calymperes* de l'herbier Dozy et Moelkenboer et grâce à l'obligeance de M. Boerlaye, le savant conservateur de l'herbier du musée, j'ai pu examiner tous les échantillons de *C. moluccense* que renferme cet herbier. Il ressort de cet examen qu'aucun des échantillons ne correspond à la mousse des Moluques. Un seul, de Java, paraît être le vrai *C. Dozyanum* Mitt. (*C. moluccense* Dz-Molk.). Quant aux autres on en trouvera la synonymie à l'article *C. moluccense*, dans la table alphabétique qui termine cette note.

En ce qui touche le *C. fasciculatum* Dz-Molk que M. Mitten rapporte au *C. moluccense* Schwaegr., il en diffère sous tous les rapports; c'est une espèce bien distincte que nous avons cru devoir conserver sous le nom donné dans le *Bryologia javanica.*

A partir de 1859, les Bryologues ont été plus prudents et n'ont plus cherché à rapprocher du *C. moluccense* les espèces malaises, ni du *C. Afzelii* les espèces africaines; aussi le nombre des *species novæ* s'est-il considérablement augmenté, sans que les auteurs se soient servis d'un critérium bien accusé pour les distinguer.

Nous ne donnerons pas ici la liste chronologique des espèces publiées depuis, nous dirons seulement que M. Ch. Mueller constatait en 1851 onze espèces de *Calymperes.* A la fin de 1878 Jæger et Sauerbeck (*Adumbratio muscor*, etc.) en énumèrent 43, et M. Paris, dans son *Index bryologicus*, dont le premier fascicule a paru à la fin de 1894, en indique 95, chiffre qui doit être ramené à 89 si l'on retire du genre 3 *Thyridium*, 2 *Syrrhopodon* et 1 *Streptopogon* qui se sont fourvoyés parmi les *Calymperes*. Mais ce chiffre de 89 est loin de représenter le nombre des espèces connues, car dans notre tableau méthodique nous analysons les feuilles des 175 espèces que nous avons eues sous les yeux, et il y en a 5 que nous n'avons pu nous procurer; 17 autres figurent dans une liste que nous a envoyée M. Mitten et que nous ne connaissons que de nom, ce qui porterait à 197 le chiffre des espèces reconnues jusqu'ici comme appartenant au genre *Calymperes*.

Aire de dispersion du genre. — Aucune espèce n'a été signalée en Europe. Ce genre paraît être presque exclusivement confiné dans la zone intertropicale de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Océanie. Les 180 espèces dont nous connaissons le pays d'origine se répartissent de la manière suivante :

	1° S° Hyophilina.	2° S° Eucalymperes.	Total.
Afrique..........	62	4	66
Océanie..........	44	17	61
Amérique........	22	3	25
Asie.............	23	5	28
Totaux...	151	29	180

Afrique. — Les espèces africaines ont toutes, sauf une, été recueillies sur les côtes ou dans les îles; le *C. nanum* seul a été trouvé dans l'intérieur des terres, à Monbouttu ou Mombuttu, au nord de l'État indépendant du Congo, vers le 4^{e} degré de latitude Nord. Les espèces le plus septentrionales au nord de l'Équateur sur le versant de l'Atlantique ont été récoltées dans l'île de Loss, et à Sierra Leone dans la Sénégambie; puis au sud à Monrovia, à Oware, près de l'embouchure du Niger et dans la Camérounie, d'où M. Dusen en a rapporté 15 espèces. Sous l'Équateur, l'île San Thomé, le Gabon ont fourni leur contingent, ainsi que l'île de l'Ascension, les côtes du Congo français, de l'Angola, où la dernière limite est à 15° de lat. Sud dans l'océan Atlantique.

Sur la côte orientale baignée par l'océan Indien, les *Calymperes* ne sont pas moins nombreux; on n'en signale pas avant le 6° de lat. Sud; ils se répandent isolément dans les îles Seychelles et de Zanzibar, sur la côte africaine à Mombassa, à Usangara, puis au-dessous, dans les îles Anjouan, Mayotte, Nossi-Bé, Nossi-Comba, Sainte-Marie, Diego Rodriguez, Maurice, la Réunion et leur dernière limite connue au sud est Betaforona dans l'île de Madagascar.

Asie. — Comme en Afrique, les *Calymperes* asiatiques habitent de préférence les îles et les côtes. Deux seules espèces ont été rencontrées dans l'intérieur des terres, l'une le *C. Griffithii*, au Népaul, l'autre le *C. prionotum* dans la Birmanie anglaise, à Nattung, à 2 330 mètres d'altitude environ et à plus de 200 kil. de la mer; toutes les autres ont été recueillies entre l'Équateur et le tropique du Cancer, et on n'en trouve pas au delà de Calcutta dans le golfe du Bengale et à Hong-Kong en Chine. La Birmanie en offre plusieurs espèces à Pégu, à Moulmein et à Tavoy, localités situées près du 15° de lat. Nord. Les îles placées entre le 10° et le 5° en fournissent un certain nombre, telles que les Laquedives, dans la mer d'Oman, les îles de Ceylan, de Nicobar, d'Andaman, dans le golfe du Bengale. Au-dessous, quelques-unes sont disséminées dans l'île de Poulo-Pinang ou du Prince-de-Galles et à l'extrémité de la presqu'île de Malacca, à Singapour près de l'Équateur.

Océanie. — L'Océanie contribue au contingent pour 61 espèces qui habitent de préférence les îles. La Malaisie, explorée depuis longtemps par de nombreux botanistes, est la région la plus favorisée et la mieux connue : on en compte 35. La Mélanaisie en possède 18 et la Polynésie 8. Aucune espèce n'a encore été signalée dans la Micronésie.

Comme en Afrique et en Asie, les *Calymperes* ne remontent pas en Océanie au delà du tropique du Cancer; les îles les plus septentrionales sont les Philippines (5 espèces) et l'île Great Natunas (1), le plus grand nombre provient de la région équatoriale : Bornéo (7), Célèbes (2), Nouveau-Hanovre (1) : au-dessous de l'équateur dans l'hémisphère austral, quelques espèces habitent l'île de Java (8) dont une sur le mont Salak, et les îles de Timor et Timor-Laut au nord de l'Australie. Ils disparaissent et on ne les retrouve plus qu'en petit nombre dans les îles Viti ou Fidji (1), dans la Nouvelle-Calédonie (2), aux îles Samoa (7) et Tonga (2); leur dernière limite orientale est Tahiti, Nukahiva dans les îles Marquises et Manga-Reva dans l'archipel Gambier, ainsi que les îles du Corail situées au nord de Nukahiva. Aucune espèce ne paraît avoir été observée au nord, dans les îles Sandwich, ni au sud dans la Nouvelle-Zélande; cependant en examinant l'herbier Boissier nous avons trouvé une espèce provenant de l'île Raoul, archipel des Kermadec, située vers le 30° de lat. S., au nord de la Nouvelle-Zélande, et Hampe a décrit deux espèces recueillies en Australie vers le 32° sur la côte, près de Perth, localité située au-dessous du tropique du Capricorne et dépassant de beaucoup la limite africaine qui s'arrête comme nous l'avons dit vers le 20° de latitude Sud.

Amérique. — Malgré son immense étendue et la longueur considérable de ses côtes, le continent américain est le moins privilégié. On ne compte en effet pour les 2 Amériques que 41 espèces, soit pour l'Amérique du Nord 4 espèces, pour l'Amérique du Sud 14, et pour les Antilles et les régions de l'Amérique centrale 11. Quelques espèces sont signalées dans la Floride à Jacksonville, vers le 30° de lat. Nord, mais c'est une exception, car toutes les autres espèces habitent les îles situées entre le 18° et le 5° de lat. Nord telles que Porto-Rico, Saint-Thomas, Antigua, Guadeloupe, Martinique, Saint-Vincent et la Trinidad, ou les côtes des États du Nicaragua, de Costa-Rica, de Panama, de la Colombia, du Vénézuela et de la Guyane. Sous l'équateur Spruce a trouvé trois espèces sur les rives du Rio Negro et de l'Amazone ; dans le vaste empire du Brésil on ne rencontre qu'une espèce à Pernambuco et 3 ou 4 dans les provinces des Minas Geraës et de Saõ Paulo. Aucune ne dépasse le tropique du Capricorne.

Des caractères spécifiques. — Jusqu'ici, dans les descriptions des espèces du genre *Calymperes*, les auteurs se sont bornés à considérer le port des plantes, la forme des feuilles anomales surtout, leur longueur, leur dentelure, la longueur et l'épaisseur approximative de ce qu'ils appellent le *limbe marginal* ou *intramarginal*, et enfin la rugosité plus ou moins grande de la coiffe. Mais ces renseignements sont si souvent insuffisants pour distinguer des espèces d'un même groupe, qu'on trouve dans les herbiers de très nombreux échantillons d'espèces distinctes qui ont été rapportés, faute d'avoir le type sous les yeux, aux espèces le plus anciennement connues, telles que les *C. Afzelii*, *C. Palisoti*, *C. moluccense* et *C. Richardi*.

Nous écarterons donc dans notre étude les caractères tirés de la capsule, de la coiffe, de l'opercule et des périchèses, et cela avec d'autant plus de raison que la plupart des espèces ne sont connues qu'à l'état stérile, et que ces caractères se présentent d'une manière presque identique dans toutes les espèces fructifièes. Nous nous bornerons à considérer les feuilles normales quant à la forme et les feuilles anomales quant au groupement des cellules hyalines à grande lumière.

1re SECTION. — **Hyophilina** C. Muell.

Les feuilles des Calymperes sont formées de deux parties bien distinctes : 1° la base engainante (*vagina*), plus courte, 2° la lame verte, plus longue.

La base est cunéiforme obovale ou ovale, incolore, composée de cellules hyalines à grande lumière (fig. 1, 2, 3, 4, 5), plus grandes près de la nervure médiane, plus étroites vers la marge ; dans un grand nombre d'espèces, entre les cellules hyalines et les cellules marginales, on voit

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES
HUITIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME I. — Nos 5 et 6.

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain
1895

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en novembre 1895.
Les *Annales des sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

HUITIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. Ph. Van Tieghem.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. A. Milne-Edwards.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. Hébert, et pour la partie paléontologique, par M. A. Milne-Edwards.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr.
Le tome XXII est publié.

Prix des collections.

Première série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare*.
Deuxième série (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Troisième série (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Quatrième série (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Cinquième série (1864-1874).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Sixième série (1875 à 1884).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Septième série (1885 à 1894).	Chaque partie 20 vol.	300 fr.
Géologie, 22 volumes.		330 fr.

une bande de 2 à 6 cellules jaunâtres, allongées, très étroites, qui contourne les cellules hyalines et se continue souvent jusqu'à la partie rétrécie du sommet de la feuille.

La lame verte, très allongée en lanière dans les espèces de la section *Eucalymperes*, est plus courte dans la section *Hyophilina*, dont nous nous occuperons principalement ; elle est linguiforme, ligulée, et quelquefois lancéolée, à sommet arrondi, plus ou moins largement acuminé ou cuspidé ; les cellules, un peu plus fortes près des cellules hyalines de la *vagina*, sont chlorophylleuses, disposées en séries parallèles à la nervure, petites, carrées, quelquefois hexagonales ou arrondies, souvent proéminentes, le plus souvent pourvues en dessous d'une papille pointue, qui fait saillie à l'angle supérieur de chaque cellule marginale, ce qui donne à la marge l'aspect d'une dentelure très fine qu'il ne faut pas confondre avec les dents ; aussi, dans le tableau méthodique qui suit, nous donnerons à ces cellules l'épithète de *cellules dentiformes*, expression employée déjà par plusieurs bryologues. Dans les feuilles normales de la section *Hyophilina*, la nervure disparaît sous le sommet ; elle le dépasse souvent dans les espèces de la section *Eucalymperes*. Dans les feuilles anomales qu'on trouve presque toujours chez les plantes de la 1^{re} section, la nervure se prolonge au delà du sommet normal, sous la forme d'un cylindre épaissi, d'une massue ou d'une trompe d'éléphant (*folia proboscidea*). Dans ce cas, la nervure est surmontée d'un bouquet de propagules fusiformes à 7, 10, 15 articulations. Ces propagules se détachent de la plante mère, germent souvent sur place ou à la base des feuilles, et il n'est pas rare d'en trouver dans les herbiers avec le *prothallium* et des bourgeons en voie de développement.

Le limbe de la feuille ainsi déformée s'atténue le long de la nervure, la dépasse rarement, l'entoure même à son sommet en formant une sorte de gaine arrondie dans laquelle se trouvent les propagules.

De la Téniole. — La marge des feuilles normales ou anomales est formée, le plus souvent, dans la lame verte, de 2 à 3 séries de cellules carrées chlorophylleuses ; puis vient ensuite une bande de 2 à 3 cellules jaunâtres, plus longues, très étroites, qui part soit de la base, soit de la partie rétrécie de la *vagina*, et se continue jusque près du sommet, où elle est souvent épaissie, et constitue ce que M. l'abbé Morin (*l. c.*) appelle la *nervure marginale*, et ce que Lorentz (1) nommait *nervure secondaire*, et que les bryologues descripteurs désignent sous les noms de *limbus*, *margo* ou *Vitta*. Pour éviter toute équivoque, nous donnerons le nom de *téniole* (*tæniola*, diminutif de *tænia*, bandelette) (fig. 2, 4 et 5), à cette bande de cellules, qui doit jouer un rôle dans la classification des espèces.

Des Cancellines. — Nous avons dit que la base des feuilles était engainante et formée d'un certain nombre de cellules à grande lumière. Ces cellules sont disposées par séries parallèles à la nervure ; plus grandes et plus longues de ce côté, elles diminuent de largeur et de longueur en avançant vers le bord de la feuille. M. Morin (*l. c.*) confond les dernières cellules, plus étroites, avec la marge ; nous ne le suivrons pas, car entre elles et le bord se trouvent les cellules jaunâtres du *tæniola*, et nous appelerons marge les séries de cellules qui lui sont extérieures. Nous distinguerons dans notre tableau ces cellules marginales en *cellules ventrales* et en *cellules basilaires*, les premières se trouvant entre la marge et les ténioles, à la hauteur où le sommet de la gaine fait ventre, et les secondes entre les ténioles et le bord de la feuille, à la base infime.

La forme qu'affectent les cellules hyalines à grande lumière comprises entre les ténioles et la nervure médiane est loin d'être la même dans toutes les espèces. Les séries ne sont pas toujours de la même longueur ; tantôt 4 ou 5 seulement arrivent à la même hauteur, tantôt la 1^{re} série, accolée à la nervure, dépasse toutes les autres, la 2^e est plus courte et les suivantes diminuent insensiblement jusqu'à la téniole ou jusqu'à la marge quand la téniole n'existe pas ; d'autres fois enfin, les cellules s'arrêtent toutes avant la partie rétrécie, au sommet de la gaine, et forment un groupe obovale, la première série près de la nervure étant souvent plus courte que les autres.

---

(1) Cf. Moostudien, 1884, p. 160, *Calymperes Wulschlaegelii.*

Dans le tableau qui suit, nous appellerons *Cancellines* (du lat. *cancelli*, grillage), les groupes de cellules hyalines à grande lumière que nous ramenons à trois types différents.

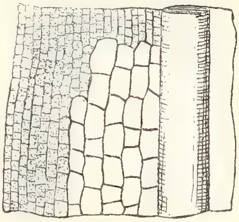


Fig. 1. — *Calymperes Cacazouense.* — Portion de feuille dépourvue de téniole.

Le 1er type (fig. 1 et 2), que nous nommerons Stenocycla (du gr. στενός, étroit, et κύκλος, groupe), a les cancellines rectangulaires plus courtes que la gaine ; les grandes cellules sont disposées en séries parallèles à peu près de la même longueur, partant de la base et aboutissant presque ensemble à une ligne perpendiculaire à la nervure de manière à former une sorte de rectangle étroit accolé à la nervure et nettement séparé, d'une part, des cellules marginales, d'autre part, de la portion supérieure de la base, composée de cellules carrées, chlorophylleuses, plus petites.

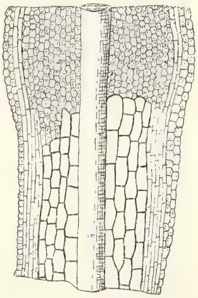


Fig. 2. — *Calymperes Palisoti.* — Base de la feuille montrant les cancellines, les ténioles et les cellules marginales.

Dans ce type, qui renferme 29 espèces, dont 11 habitent l'Afrique, 10 l'Océanie, 5 l'Asie et 3 l'Amérique, on peut faire deux sous-types, l'un à feuilles dépourvues de *tæniola* (17 espèces), et l'autre à feuilles téniolées (12 espèces).

Le 2e type, que nous nommerons Climacina (du gr. κλίμαξ, escalier), comprend les espèces, au nombre de 76, à cancellines ovales dépassant généralement la gaine, et à séries de cellules hyalines ascendantes vers la nervure en forme d'escaliers plus ou moins roides ; il se divise en trois groupes, suivant que la téniole est nulle (fig. 3), qu'elle est basilaire à peine distincte au-dessus des cancellines ou bien qu'elle se prolonge jusque vers le sommet (fig. 4) ; ce dernier groupe est lui-même divisé en deux sous-groupes, selon que les séries de cellules hyalines sont disposées en escalier court ou large (fig. 3), ou que les séries voisines de la nervure sont longuement ascendantes, surtout la première (fig. 4).

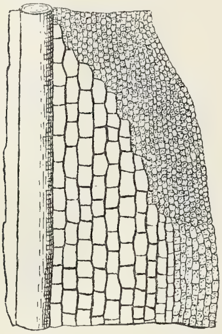


Fig. 3. — *Calymperes Angstroemii.* — Portion de feuille à cancelline en escalier court et large ; pas de téniole.

Le premier groupe (*sans téniole*) renferme 17 espèces, dont 9 de l'Océanie, 4 de l'Afrique, 3 de l'Asie et 1 de l'Amérique ; le 2ᵉ groupe en contient donc 11, dont 5 de l'Afrique, 5 de l'Océanie et 1 de l'Asie. Le plus grand nombre des espèces appartient au 3ᵉ groupe : 48, dont 21 propres à l'Afrique, 12 à l'Amérique, 10 à l'Océanie et 5 à l'Asie.

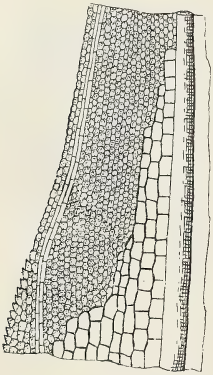


Fig. 4. — *Calymperes arististylium.* — Portion de feuille à cancelline très allongée ; téniole très distincte.

Le 3ᵉ type, que nous appellerons EURYCYCLA (du gr. εὐρύς, large, et κύκλος, groupe) renferme les espèces dont les cancellines (fig. 5) sont obovées, arrondies, et souvent séparées de la nervure, au sommet, par une ou deux séries de cellules chlorophylleuses qui descendent parmi les cellules hyalines. Dans ce type, qui contient 42 espèces, on distingue quatre groupes, suivant que les feuilles sont dépourvues de ténioles (8 espèces), que les ténioles sont basilaires (2 espèces), distinctes seulement à partir du ventre de la gaine (2 espèces), ou continues de la base au sommet (30 espèces), ce qui est le cas le plus ordinaire. Ce dernier groupe peut d'ailleurs se subdiviser en deux sous-groupes d'égale importance ; dans le premier prendraient place 16 espèces dont les cancellines (fig 5) sont séparées, au sommet, par plusieurs cellules chlorophylleuses ; dans le second figureraient 14 espèces ayant les cancellines égales de chaque côté de la nervure, c'est-à-dire dont la série voisine de la nervure serait égale à la seconde ou plus longue.

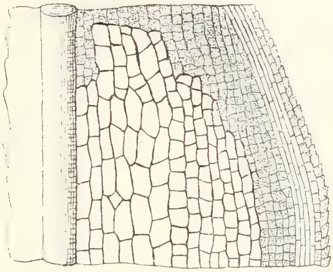


Fig. 5. — *Calymperes moluccense.* — Portion de la feuille montrant la cancelline, les deux séries de cellules plus courtes près de la nervure et la téniole formée de 4 séries de cellules.

Les 42 espèces du 3ᵉ type se répartissent ainsi : Afrique, 18 ; Océanie, 10 ; Asie, 9 et Amérique, 5.

2ᵉ SECTION. — **Eucalymperes** C. Muell.

Le genre *Calymperes* a été divisé par M. Ch. Mueller (*Syn. Mus.*) en 2 sections caractérisées ainsi :

1ʳᵒ section HYOPHILINA : *folia late convoluta, marginibus involutis, nervo crasso calli instar folium percurrente.*

2ᵉ section EUCALYMPERES : *folia plusminus plana, nervo carinato.* Cette dernière section comprenait les *C. lonchophyllum* et *C. serratum* (*folia loriformia*), les *C. Crügeri* et *C. Guildingii* (*folia lanceolata*).

M. Mitten, sans tenir compte de ce sectionnement, a créé (in *Musc. Samoan.* 1868) une nouvelle section qu'il caractérise ainsi :

Himantophyllum (Sᵒ nova) *folia elongata anguste loriformia indurata, limbata, minutissime areolata,* et dans laquelle il place les *C. lorifolium*, *C. serratum* et *C. longifolium;* dans ses *Musci austro-americani*, il y range aussi le *C. lonchophyllum*, faisant ainsi table rase de la section *Eucalymperes* qui disparaît, car les *C. Crügeri* et *C. Guildingii* sont placés par lui dans la section *Hyophilina.*

Il y a pourtant un autre sectionnement à faire dans ce genre si nombreux en espèces. Nous maintenons la section *Hyophilina* telle qu'elle existe, et qui comprend à elle seule 147 espèces sur 175 ; nous ne voyons rien à y changer en dehors des trois groupes que nous avons établis. Mais nous ne saurions adopter la 2ᵉ section, telle qu'elle était constituée soit par M. Ch. Mueller, soit par M. Mitten.

Les 28 espèces qui restent en dehors des 147 de la section *Hyophilina*, appartiennent à deux groupes bien différents. On y trouve, d'une part, 15 espèces à feuilles courtes, ovales, lancéolées, brièvement loriformes, et à gaine longuement obovale, et d'autre part, 13 espèces à feuilles allongées, longuement loriformes, indurées, à cellules arrondies, le plus souvent éparses sur le limbe, et nullement disposées par séries parallèles à la nervure. Nous avons cru devoir diviser ces deux groupes, et nous proposons de nommer le premier *Himantina* et le second *Macrhimanta*. Les divisions de ces deux sous-sections seraient basées sur la forme des cancellines.

De cette manière, le genre *Calymperes* serait constitué de la manière suivante :

CALYMPERES Web. Swartz.

Sectio prima : HYOPHILINA C. Muell.

Folia lata sæpius in cylindrum convoluta, linguata, ovato-lanceolata, brevia, costa sub apice evanida ; vagina tertiam partem quartamve folii æquans ; teniola intramarginalis infra apicem evanida vel nulla.

Subsectio A. *Stenocycla*, cancellinæ rectangulæ vaginâ breviores.

Subsectio B. *Climacina*, cancellinæ majores ad costam scalariformes.

Subsectio C. *Eurycycla*, cancellinæ ampliores apice rotundate obovatæ vel subobovatæ.

Sectio secunda : EUCALYMPERES C. Muell.

Folia breviter vel longe loriformia, ovato-lanceolata, indurata cellulis rotundis plerumque sparsis areolata ; vagina obovata vel elliptica angusta laminâ viridi valde brevior.

Subsectio A. *Himantina*, folia breviter loriformia ovato-lanceolata, vagina longe obovata.

Subsectio B. *Macrhimanta*, folia longe loriformia, vagina elliptica angusta.

TABLEAU MÉTHODIQUE ET ANALYTIQUE DES ESPÈCES.

SECTIO I. — **HYOPHILINA C. Muell.**

Folia lata, sæpius in cylindrum convoluta, brevia, costa sub apice evanida ; vagina tertiam quartamve partem folii in longitudine æquans ; teniola intra marginalis infra apicem evanida vel nulla.

A. **Stenocycla.**

CANCELLINÆ RECTANGULÆ VAGINA BREVIORES.

α. Teniola nulla.

Folia apice late rotundo-acuminata	Cellulæ superiores læves, pellucidæ	Folia minuta spathulata basi angustiora			1 C. tenerum. As.
		Folia late ovata basi latiora			2 C. Isleanum. Af.
	Cellulæ superiores papillosæ	Cellulæ marginales basi rectangulæ			3 C. semimarginatum. Oc.
		Cell. marg. basi quadratæ			4 C. cymbifolium. Oc.
Folia apice rotundo-mucronata	Cellulæ superiores dorso læves prominulæ	Cellul. hyalin. parvulæ quadratæ	Costa dorso papillosa		5 C. caudatum. Af.
			Costa lævis.		6 C. Pandani. Oc.
		Cell. hyal. rectangulæ	Fol. marg. plano.	Cell. hyal. 4-5 seriatæ.	7 C. Kaernbachi. Oc.
				— 8-9 seriatæ.	8 C. omanicum. As.
			Fol. margine angustissime involuto		9 C. zanzibarense. Af.
	Cellulæ superiores dorso papillosæ	Cellulæ marginales basi pellucidæ ; folia basi latiora			10 C. pachyneurum. Oc.
		— — chlorophyllosæ ; fol. basi angustiora.			11 C. Sanctæ-Mariæ. Af.
Folia late sed acute acuminata	Cellulæ dorso læves, prominulæ	Cancellin. duplo longiores quam latiores	Cellul. rectang. angustis.		12 C. Dozyanum. Oc.
			Cellulis quadratis		13 C. cacazouense. Af. 14+43 C. disjunctum. Af.
		Cancellinæ longæ triplo longiores quam latiores			15 C. Principis. Af.
	Cellul. dorso papillosæ	Costa dense et grosse tuberculosa			16 C. Hombroni. Oc.
		Costa subtiliter papillosa			17 C. ligulare. Af.

β Teniola supra ventrem producta plus minus distincta.

Folia apice rotundo-acuminata.	Vagina ovata	Cell. hyal. angust. quadratæ 5-6 seriatæ ; cellulæ sup. grossæ dorso papillosæ ; teniola basi obsoleta	18 C. brachyphyllum Oc.
		Cell. maximæ rect. 3 seriatæ ; cellulæ sup. grossæ læves prominulæ ; ten. supra ventrem vix distincta	19 C. Kurzianum. As.
		Cell. maximæ quadr. 7 seriatæ ; cellulæ sup. grossæ dorso papillosæ ; ten. ad medium fol. producta	20 C. contractum. As.
	Vagina cuneata	Cancellinæ brevissimæ ; cellulæ sup. grossæ dorso prominentes ; teniola fere ad apicem continua	21 C. disciforme. Am.
		Cancellinæ majores ; cellulæ sup. grossæ promin. papillosæ ; teniola hic illic obsoleta	22 C. occidentale. Af.

Folia late acuminata.	Vag. late cuneata.	Cancellinæ vaginam æquantes, cell. hyal. maximæ 7, angustiores 8 seriatæ; teniola e basi longe producta		23 C. Panamæ. Am.
		Cancellinæ breviores.	Cell. hyal. maximæ 4, angustiores 15 seriatæ; teniola tantum ventralis	24 C. chamæleonteum. Oc.
			Cell. hyal. maximæ 6-7, angust. 15-20 seriatæ; teniola e basi longe producta	25 C. flaviusculum. Oc.
			Cell. hyal. maximæ 5, angust. 7 seriatæ; teniola e basi longe producta	26 C. malayanum. As.
	Vagina late ovata; cancellinæ latæ maximæ; cell. hyal. rectang. maximæ 3, angust. 4-5 seriatæ; teniola e basi longe producta			27 C. Hookeri. Am.
	Vagina anguste ovata; cancellinæ brevissimæ	Cell. hyal. maxim. 3, ang. 2-3 seriatæ; ten. fere ad summum distincta		28 C. pallidum. Af.
		Cell. hyal. maxim. 4-5, seriatæ ang. 5-6 flavidæ; ten. supra vaginam vix distincta		29 C. Palisoti. Af.

B. **Climacina**.

CANCELLINÆ MAJORES AD COSTAM SCALARIFORMES.

α. *Teniola nulla.*

Folia apice latissime rotunda.	Vag. late cuneata.	Cellulæ hyal. quadratæ breves; folia margine planiuscula		30 C. Brotheri. Oc.
	Vagina late ovata, elongata.	— rectangulæ; folia margine subplana		31 C. Delessertii. As.
		— quadratæ; folia margine involuta		32 C. hyophilaceum. Oc.
	Vag. angusta, brevis.	— quadratæ; folia ligulata margine plana		33 C. australe. Oc.
		— rectangulæ; folia late ovata		34 C. Wisheri. Oc.
Folia late et obtuse acuminata.	Vagina ovata, elongata; fol. integra; cellulæ hyalinæ quadratæ; cellulæ superiores papillosæ			35 C. Robillardi. Af.
	Vagina cuneata; folia integerrima; cellul. hyal. rectangulæ; cellul. superiores læves prominulæ			36 C. Mariei. Af.
	Vagina cuneata; folia e medio dentata; cellulæ hyalinæ quadratæ; cell. superiores læves.			37 C. Glaziovii. Am.
	Vagina ovata, folia integerrima	Cellulæ hyal. quadratæ.	Cellulæ margin. ad ventrem integræ	38 C. Angstroemii. Oc.
			— dentiformes	39 C. linealifolium. Oc.
		Cell. hyal. rectangulæ	— integerrimæ	40 C. eutrichostomum. As.
			— dentiformes	41 C. linguatum. As.
Folia late et acute acuminata.	Cancellinæ anguste scalariformes; cell. chlorophyl. papillosæ; cell. marg. ad ventrem integerrimæ			42 C. Græffeanum. Oc.
	Cancellinæ angustæ subquadratæ, inæquales; cell. chlor. grossæ prominulæ, haud papillosæ			43 C. disjunctum. Af.
	Cancellinæ breviter et late scalariformes	Folia eroso-dentata cellulis dorso papillosis		44 C. obliquatum. Oc.
		Folia ad ventrem serrulata cellulis dorso papillosis		45 C. hyalinoblas. Oc.
Folia linguata apice elongato obtusa, cancellinæ scalariformes et subrectangulæ; cell. margin. basi dentiformes				46 C. campylopodioides. Af.

β. *Teniola brevis supra cancellinas vix distincta.*

- Folia serrata ...
  - runcinato-serrulata, teniola ventralis 3 cellulata; cell. marg. ad ventrem 4 seriatæ, externa dentiformis.......... 47 C. orthophyllaceum. Af.
  - medio geminatim serrata, teniola basilaris 3-4 cellulata; cell. marg. ad ventrem pellucidæ serratæ.......... 48 C. prionotum. As.
  - margine horride et mammose verrucosa..............
    - Costa lævis, teniola supra ventrem bicellulata producta.. 49 C. subchamæleonteum. O.
    - Costa valde verrucosa, ten. 4 cell. infr. ventrem evanida. 50 C. scaberrimum. Oc.
- Folia apice latissime rotunda integerrima; teniola basilaris brevis; cell. hyal. 9-10 seriatæ rectangulæ.... 51 C. samoanum. Oc.
- Fol. rotundo acuminata........
  - apice dentata; teniola ventralis tricellulata; cellul. marg. ad ventrem quadratis papillosis 10 seriatis.......... 52 C. Perrottetii. Af.
  - apice eroso-dentata; teniola ventralis bicellul.; cell. marg. ad ventr. 3-4 seriatis..........
    - Cell. hyalinæ quadratæ breves........ 53 C. integrifolium. Af.
    - Cell. hyalinæ majores rectangulæ. ... 54 C. Semperi. Oc.
- Fol. late et acute acuminata.....
  - apice plano
    - Teniola basil. brevis; cell. hyal. dense quadratæ; cell. super. læves dorso prominulæ.......... 55 C. brachypelma. Af.
    - Teniola longior; cell. hyal. laxe rectangulæ; cell. supr. læves dorso prominulæ.......... 56 C. tenellum. Af.
  - apice contracto incurva; teniola versus folii medium obsoleta; cell. hyal. quadratæ, superiores papillosæ.......... 57 C. incurvatum. Oc.

γ. *Teniola e basi ad summum fere continua.*

+ *Cancellinæ breviter et late scalariformes.*

1) Folia in lamina viridi integerrima.

- Fol. apice latissime rotundata..
  - ovata apice latiora..........
    - Teniola ventralis 3, basilaris 3 cellulata; cellul. marginales ad ventrem 4 seriatæ, externæ dentiformes.......... 58 C. Donnellii. Am.
    - Teniola ventralis 2, basilaris 5 cellulata; cellul. marginales ad ventrem 4-6 seriatæ, externæ dentiformes.......... 59 C. Nossi Combæ. Af.
    - Teniola ventralis 4, basilaris 4 cellulata; cellul. marginales ad ventrem uniseriatæ, externæ serratæ.......... 60 C. dilatatum. Af.
    - Teniola ventralis 4, basilaris 4 cellulata; cellul. marginales ad ventrem uniseriatæ, externæ dentiformes.......... 61 C. rotundatum. Af.
  - ovato-lanceolata basi latiora; teniola ventralis 3, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 5 seriatæ, externæ dentiformes.......... 62 C. rufescens. Am.
- F. apice rotundata, vel obtuse acuminata.....
  - anguste ligulata.
    - Basi vix latiore, teniola ventralis 4, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 3 seriatæ, externæ dentatæ.......... 63 C. setosum. Oc.
    - Basi latiore, teniola ventralis 3, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem uniseratæ, subdentatæ.......... 64 C. hexagonum. Am.
  - late linguata, basi longiora...
    - Teniola ventralis 3, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 7-12 seriatæ, externæ dentiformes.......... 65 C. chlorosum. Am.
    - Teniola ventralis 3, basilaris 3-4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 7 seriatæ, externæ dentiformes.......... 66 C. mayottense. Af.

- F. late acuminata obtuse mucronata........
  - basi brevi, cancellina plerumque obovata; teniola ventralis 3, basilaris 5-6 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 5 seriatæ, externæ dentiformes........ 67 C. Fordii + 140. As.
  - basi elongata, cancellina longe ovata.......
    - Teniola ventralis 4-5, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 5 seriatæ, externæ dentatæ........ 68 C. Melinoni. Am.
    - Teniola ventralis 3, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 3-4 seriatæ, externæ dentiformes........ 69 C. Seychellarum. Af.
- Folia apice longiusculo crenulata, basi latiore obovata; teniola ventralis 3-4, basil. 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 10-12 seriatæ, externæ dentiformes........ 70 C. Brittoniæ. Am.
- Folia linguata late et acute acuminata........
  - Teniola ventralis 5, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 1 seriatæ dentatæ........ 71 C. crassilimbatum. Af.
  - Teniola ventralis 3-4, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 6 seriatæ, externæ dentiformes........ 72 C. Manii. As.
  - Teniola ventralis 3, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 5-6 seriatæ, externæ dentiformes........ 73 C. exlimbatum. As.
  - Teniola ventralis 3-4, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 5 seriatæ, externæ dentatæ........ 74 C. burmense. As.
  - Teniola ventralis 3, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 2 seriatæ, externæ dentiformes........ 75 C. couguiense. Oc.
  - Teniola ventralis 5, basilaris 5 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 5 seriatæ, externæ dentiformes........ 76 C. erosum. Am.
- F. ovato-lanceolata obtuse attenuata.........
  - apice subserrulato; teniola ventralis 2, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 4 seriatæ, externæ dentiformes........ 77 C. Sprucei. Am.
  - sæpe medio geminatim dentata; teniola ventralis 5-6, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ovatæ 4-5 seriatæ, externæ dentiformes........ 78 C. Crügeri. Am.
  - apice integro...
    - Teniola ventralis 3, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 3 seriatæ, ovatæ prominulæ........ 79 C. linearifolium. Oc.
    - Teniola ventralis 2, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 5-7 seriatæ, externæ quadratæ dentiformes........ 80 C. usambaricum. Af.

2) Folia e medio ad apicem serrata dentatave.

- Folia apice late rotundata, vagina obovata, cellulis hyalinis 4-6 gonis; teniola ventralis 3 cellulata........ 81 C. Thompsoni. Af.
- Fol. late acuminata v. mucronata.........
  - Vagina cuneata; teniola ventralis 6, basilaris 6 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem uniseriatæ dentatæ........ 82 C. Polii. Af.
  - Vagina obovata.
    - Teniola ventralis 4, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem uniseratæ dentatæ........ 83 C. Rabenhorsti. Af.
    - Teniola ventralis 3, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem uniseriatæ dentiformes........ 84 C. loucoubense. Af.
    - Teniola ventralis 2-3, basilaris 6 cellulata; cellulæ marginales ad ventfem 10-12, externæ dentiformes........ 85 C. Naumanni. Oc.
    - Teniola ventralis 5, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 7-8, externæ dentiformes........ 86 C. Malimbæ. Af.

Folia lanceolata anguste acuminata..........
Vagina ovata....
Teniola ventralis 5, basilaris 5 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 3 seriatæ, externæ dentiformes. .... 87 C. secundulum. Af.
Margine apice incrassato geminatim dentato............... Cellulæ hyalinæ 16 seriatæ........ 88 C. Quintasii. Af.
— 8-9 — .... 89 C. Dusenii. Af.
— 14 — .... 90 C. Heudelotii. Af.
Vagina late cuneata; teniola ventralis 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem uniseriatæ dentiformes .... 91 C. lanceolatum Am.
Vagina longe ovata.........
Cancellina 12-17 cellulata............
Teniola ventralis 5-6 cellulata; cellulæ marginales ad ventr. 5-6 ser. dicranaceæ runcinatæ. 92 C. Guildingii. Am.
Teniola ventralis 5-6 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 8-10 seriatæ, externæ dentif. 93 C. nicaraguense. Am.
Teniola ventralis 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 10-12 seriatæ, extern. dentiformes. 94 C. inæquifolium. As.
Cancell. 14 cellul.; teniola ventralis 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem uniseriatæ dentatæ.......... 95 C. asperum. Af.
Cancell. 8 cellul.; teniola ventralis 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 4 seriatæ, externæ dentiformes.......... 96 C. stenogaster. Oc.

‡ *Cancellinæ longe ad costam scalariformes.*

α. *Teniola nulla.*

Folia late acuminata, linguata, integerrima.......... 97 C. menadense. Oc.

β. *Teniola longa fere ad summum producta.*

Fol. elongate obtuse acuminata.
Folia marginibus costaque valde mammose tuberculosa.......... 98 C. mammosum Oc.
Folia margine geminatim serrata; cellul. marginales ad ventrem 2-3 seriatæ....... 99 C. Vriesei. Oc.
simpliciter dentata; cellul. marginales ad ventrem 9-10 seriatæ..... 100 C. Lecomtei. Af.
Fol. late et acute acuminata.....
Cancellinæ angustæ longissimæ; teniola ventralis 3, basil. 5; cellul. margin. ad ventrem 5-6 seriatæ.......... 101 C. megamitrium. Af.
Cancellinæ breves, teniola 2-3 cellul.........
Cellul. margin. ad ventrem 4 seriatæ, externæ læves.......... 102 C. stylophyllum. Oc.
— 4 — — dentif. papillosæ.... 103 C. asteristylium. Af.
— 3 — — dentiformes......... 104 C. Kennedyanum. Oc.
— uniseriatæ, dentatæ.......... 105 C. cernense, Af.

C. **Eurycycla.**

CANCELLINÆ APICE ROTUNDATE OBOVATÆ.

α. *Teniola nulla.*

a. *Cellulæ hyalinæ chlorophyllosis valde majores.*

Folia linguata apice cucullata basi cuneata; cellulæ marginales toto ambitu dentiformes.......... 106 C. Boulayi. Oc.

Folia late et obtuse acuminata.
- Vagina obovata; cellul. hyalinæ quadratæ; cellulæ margin. ad ventrem dentiformes.... 107 C. Mittenii. As.
- Vagina ovata....
  - Cellul. hyalinæ hexagonæ; cellulæ margin. ad ventrem dentiformes. 108 C. bryaceum. As.
  - — rectangulæ; — — integræ.... 109 C. nukahivense. Oc.

Folia late et acute acumina; vagina cuneata ....
- Cellul. laminæ viridis quadratæ; marginales ad ventrem læves rotundæ........ 110 C. Chamissonis. Oc.
- Cellul. laminæ viridis hexagonæ; marginales ad ventrem læves rotundæ........ 111 C. Motleyi. Oc.

b. *Cellulæ hyalinæ chlorophyllosis vix majores.*

Folia apice latissimo rotunda.......
- Cellulæ chlorophyllosæ hexagonæ, marginales dentiformi-papillosæ... 112 C. latifolium. Oc.
- — — quadratæ dorso prominulæ; marginales dentiformes........ 113 C. Griffithii. As.

β. *Teniola basilaris brevis vel cancellinas vix superans.*

Folia apice late et obtuse acuminata ....
- Vagina obovata; cellulæ hyalinæ quadratæ; folia brevia anguste linguata subplana........ 114 C. Borgenii. Af.
- Vagina ovata; cellulæ hyalinæ longe rectangulæ; folia longa, tubulosa valde involuta........ 115 C. nicobarense. As.

γ. *Teniola basi obsoleta supra ventrem fere ad summum distincta.*

Folia apice late acuminata, vagina ovata; cellul. hyalinæ rectangulæ; cellul. chlorophyll. dorso prominentes, marginales ad ventrem dentatæ........ 116 C. peguense. As.

Folia late rotundata, vagina cuneata; cellul. hyalinæ quadratæ; cellul. chlorophyll. papillosæ, marginales ad ventrem dentatæ........ 117 C. punctulatum. As.

δ. *Teniola e basi fere ad apicem continua.*

† *Series cellularum hyalinarum ad costam brevior.*

Folia apice rotundata, integra; teniola ventralis 2, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem uniseriatæ serratæ........ 118 C. redunum. Af.

Fol. rotundo-acuminata ....
- serrata, vagina obovata; teniola ventralis 3, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem uniseriatæ serratæ........ 119 C. lævifolium. Af.
- integra, vagina brevis late cuneata; teniola ventralis 3-4, basilaris 5-5 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem uniseriata serrulatæ........ 120 C. Richardi. Am.
- integra, vagina longe obovata; teniola ventralis 3, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 2 seriatæ serratæ........ 121 C. Breutelii. Am.

- Folia late acuminata :
  - F. apice dentata, vagina longe obovata........
    - cancellinis vix longior.......
      - Cellul. hyal. anguste rectangulæ; teniola ventralis 4, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 2 seriatæ, externæ serratæ.. 122 C. palmicola. Af.
      - Cellul. hyal. super. quadratæ; teniola ventr. 3 basil. 2 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 2 seriatæ, externæ serratæ.......... 123 C. decolorans. Af.
      - Cellul. hyal. super. quadratæ ; teniola ventr. 5-6, basil. 6 cellulata ; cellulæ margin. ad ventrem 6-4 seriatæ, externæ dentatæ......... 124 C. varium. As.
      - Cellul. hyal. minutæ quadratæ; teniola ventr. 4, basil. 4 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 12 seriatæ, externæ dentiformes....... 125 C. Thwaitesii. As.
    - cancellinas superans; cellul. hyal. sup. quadr. inf. longe rectangulæ; teniola ventralis 4-5, basil. 5 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 6-7 seriatæ ovatæ, ext. dentatæ. 126 C. leucocoleos. Af.
  - Fol. apice integra............
    - Vagina late cuneata.........
      - Cancellinas æquans; cellul. hyal. 4-6 gonæ; teniola ventr. 4, basilaris 6 cellul.; cellulæ margin. ad ventrem 2 seriatæ, quad., ext. dentif. 127 C. moluccense. Oc.
      - Cancellinis brevior.
        - Cellul. hyal. rectangulæ; teniola ventr. 3-4, basil. 5 cellulata; cellulæ margin. ad ventr. 1 seriat. rhomboideæ. 128 C. Geppii. Oc.
        - Cellul. hyal. rectangulæ; teniola ventr. 4, basil. 3 cellulata; cellulæ marg. ad ventr. 2 seriatæ, extern. dentatæ. 129 C. guadalupense. Am.
    - Vagina obovata cancellinas superans; cellul. hyal. quadratæ; teniola ventralis 2-3, basilaris 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 1 seriatæ dentiformes................ 130 C. hispidum. Af.
    - Vagina longe ovata.........
      - Cancellinis valde brevior; cellul. hyal. rectangulæ; teniola ventr. 10, basil. 6-7 cellulata ; cellulæ margin ad ventrem 1 seriatæ dentato-ciliatæ.. 131 C. platyloma. Am.
      - Cancellinas superans; cellul. hyal. rectangulæ; teniola ventr. 3, basil. 3 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 3 seriatæ, ext. dentatæ... 132 C Ascensionis. Af.
      - Cancell. æquans; cellul. hyal. quadratæ; teniola ventr. 4, basil. 3-4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 3 seriatæ, externæ dentatæ.. 133 C. Sandeanum. Oc.

‡ *Series cellularum hyalinarum costales aliis æquilongæ vel longiores.*

- Folia apice late rotundata, remote subdentata; teniola ventralis 3, basilaris 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 2 seriatæ, externæ dentiformes.. 134 C. platycinclis. Oc.
- F. apice rotundo-mucronata vel obtuse acuminata..........
  - Folia ad apicem geminatim dentata; teniola ventralis 4, basil. 2-3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 10-15 seriatæ, externæ dentiformes............................ 135 C. Pintasii. Af.
  - Folia remote et simpliciter-denticulata; teniola ventralis 3-5, basil. 4 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 2 seriatæ, externæ dentatæ.............................. 136 C. rhypariophyllum. Af.
  - F. marg. integra sed cell. papill. dentiformibus.
    - Teniola ventralis 4, basil. 6 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 8 seriatæ, externæ dentiformes.. 137 C. intralimbatum. Af.
    - Teniola ventralis 3, basil. 3-4 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 13 seriatæ, externæ dentiformes.. 138 C. Hildebrandtii. Af.
    - Teniola ventralis 4-6, basil. 3 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 5-6 seriatæ, externæ dentiformes.. 139 C. Hampei. Oc.
    - Teniola ventralis 3-4, basil. 5-6 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 4 seriatæ, externæ dentiformes.. 140 C. Fordii. As.

- F. acute acuminata subserrata vel dentata....
  - Vag. longe obovata..........
    - Teniola ventralis 4-5, basil. 4-6 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 4 seriatæ, externæ quadratæ........ 141 C. Jardini. Af.
    - Teniola ventralis 3-4, basil. 4 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 5 seriatæ, externæ rhomboideæ........ 142 C. Afzelii. Af.
  - Vagina ovato-rotunda; teniola ventralis 3, basil. 3 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 2 seriatæ, externæ serratæ........ 143 C. minus. Af.
  - Vagina quadrate ovata; teniola ventralis 2-3, basil. 6-8 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 3-4 seriatæ, externæ rhomboideæ serratæ........ 144 C. Wulschlægellii. Am.
  - Vagina longe obovata; teniola ventralis 4-5, basil. 5 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 7-8 seriatæ, externæ dentiformes........ 145 C. leucomitrium. Af.
  - Vagina ovata...
    - Teniola ventralis 5, basil. 4-5 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 5 seriatæ, externæ dentiformes........ 146 C. asterigerum. Af.
    - Teniola ventralis 4, basil 2 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem 7 seriatæ, externæ dentiformes........ 147 C. chrysoblastum. Af.

Sectio II. — **EUCALYMPERES C. Muell.**

Folia breviter vel longe loriformia, ovato-lanceolata, indurata, cellulis rotundis plerumque sparsis areolata, vagina obovata vel elliptica angusta.

Subsectio I. — Himantina.

Folia breviter loriformia, ovato-lanceolata, vagina longe obovata.

α. *Cancellinæ alte scalariformes, teniola fere ad apicem usque producta.*

- Teniola ventralis.
  - 5 cellulata, basilaris 6 cellulata; vagina ad marginem ventralem remote serrata........ 148 C. porrectum. Oc.
  - 3 — — 3 — — — dentiformis........ 149 C. ceylanicum. As.
  - 2 — — 2-3 — — — integerrima........ 150 C. scalare. Oc.

β. *Cancellinæ breviter scalariformes, teniola obsoleta vel longe producta.*

- Teniola obsoleta; folia apice subintegro longe cuspidata infra geminatim serrata, cellulis hyalinis brevibus. 151 C. serratum. Oc.
- Teniola ad apicem usque continua; folia late acuminata simpliciter et grosse serrata; teniola 3 cellulata; cellul. hyal. amplioribus........ 152 C. salakense. Oc.

γ. *Cancellinæ obovatæ, teniola plus minus longa.*

- Ten. supra ventrem ± obsoleta.
  - Fol. late acuminata.........
    - geminatim dentata, apice simpliciter serrata; teniola ventralis 6 cellulata........ 153 C. Beccarii. Oc.
    - e medio ad summum usque geminatim serrata; teniola ventr. 0, bas. 4 cellulata........ 154 C. Nietneri. As.
  - Folia acute acuminata simpliciter dentata cellulis hyalinis amplioribus, teniola ventralis 3 cellulata........ 155 C. fasciculatum. Oc.

Teniola fere ad summum usque producta.......
- Folia late et acute acuminata, serrata; teniola ventralis 3, basil. 6 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 12-15 seriatæ........ 156 C. recurvifolium. As.
- F. late et obtuse acuminata subserrulata......
  - Teniola ventralis 3, infra 10, basil. 4 cellulata; cellulæ margin. 5-6 seriatæ externæ dentiformes........ 157 C. heterophyllum. Oc.
  - Teniola ventralis 4-6, basil. 6 cellulata; cellulæ margin. ad ventrem uniseriatæ, serratæ........ 158 C. retusum. Oc.

δ. *Cancellinæ apice dissociatæ.*

Folia late acuminata, serrata; teniola ventralis 5, basilaris 5 cellulata; cellulæ marginales basi biseriatæ oblique ovatæ........ 159 C. orientale. Oc.

Folia late et longe cuspidata apice simpliciter, infra geminatim serrata; vagina cellulis ad ventrem 11, ad basin 7 seriatis pellucidis longis angustis marginata........ 160 C. leucoloma. As.

ε. *Cancellinæ latissimæ quadratæ, cellularum seriebus inæqualibus.*

Folia geminatim serrata; teniola basilaris 3 cellulata; cellulis marginalibus basi biseriatis externis integris........ 161 C. andamense. As.

Folia simpliciter serrata; teniola basilaris 4 cellulata; cellulis marginalibus basi triseriatis, externis dentatis........ 162 C. denticulatum. Oc.

Subsectio II. — **Machrimanta**.

Folia elongata, longe loriformia, indurata, cellulis rotundis plerumque sparsis areolata, costa angusta, vagina elliptica angusta.

α. *Cancellinæ + — longe scalariformes, teniola nulla.*

Folia medio in longitudine angustiora, costa denudata............
- Cancellinæ longe scalariformes; cellulæ margin. ad ventrem acute serratæ........ 163 C. setifolium. Oc.
- Cancellinæ breviter scalariformes, cellulæ margin. ad ventrem dentiformes........ 164 C. æruginosum. Oc.

Folia in longitudine æquilata..................
- Cellulæ margin. ad ventrem subciliatæ.. ..
  - Costa vix denticulata longe excedente........ 165 C. longifolium, Oc.
  - Costa sub apice serrato evanida... 166 C. cristatum. Oc.
- Cellul. margin. ad ventrem dentiformes; folia apice subintegro anguste cuspidata, costa basi latissima........ 167 C. Thomeanum. Af.

β. *Cancellinæ obovatæ.*

Teniola nulla vel basilaris brevis.

Folia late et acute acuminata........................
- Margine supra ventrem integro........ 168 C. microblastum. Af.
- Margine supra ventrem serrato........ 169 C. saxatile. Af.

Teniola supra ventrem plus minus producta.

Folia margine geminatim dentata	Cancellinæ apice dissociatæ	Cellulæ marginales ad ventrem uniseriatæ serratæ	170 C. lorifolium. Oc.
		Cellulæ marginales ad ventrem uniseriatæ dentiformes	171 C. lonchophyllum. Am.
	Cancellinæ apice ad costam juxtapositæ; cellulæ marginales ad ventrem 3 seriatæ, externæ dentatæ		172 C. Levyanum. Am.
Folia margine simpliciter dentata; cancellinæ apice dissociatæ		Cellulæ hyalinæ quadratæ	173 C. asperipes. Am.
		Cellulæ hyalinæ rectangulæ	174 C. arcuatum. Oc.

γ. *Cancellinæ late et irregulariter rectangulæ, seriebus cellularum inæquilongis.*

Teniola brevis basilaris bicellulata; folia margine ad ventrem dentata .... 175 C. Novæ-Caledoniæ. Oc.

Il serait facile, à l'aide du tableau qui précède, de distinguer dans chaque série divers types autour desquels viendraient prendre place comme sous-espèces, variétés ou races locales les espèces les plus affines, mais le difficile serait de ne pas tomber dans l'arbitraire. Un certain nombre d'espèces de Mousses d'Europe se retrouvent avec quelques modifications en Asie et dans l'Amérique septentrionale ; on peut rattacher aux formes le plus anciennement connues les espèces qui présentent ces modifications et attribuer la désignation de races locales, de variétés ou de sous-espèces à ces espèces extra-européennes de création plus récente quant à leur découverte, bien entendu. Mais dans le g. *Calymperes*, à part 5 ou 6 espèces décrites avant la publication du *Synopsis muscorum*, tout est nouveau ; chaque île a son espèce qui lui est propre et même dans chaque île on rencontre, à Ceylan notamment, plusieurs espèces qui ne peuvent être rattachées l'une à l'autre, à moins qu'on ne tienne aucun compte de l'organisation intime des organes foliaires.

Si nous prenons, par exemple, dans la sous-section *Stenocycla* le groupe d'espèces auquel appartient le *C. Palisoti*, l'espèce la plus ancienne (1816), nous trouvons avec celle-ci le *C. Hookeri* des Antilles et le *C. pallidum*, de l'île Rodriguez, près de la Réunion. Toutes les trois ont les feuilles largement acuminées, les cancellines rectangulaires, les ténioles plus ou moins longues et la gaine de la base étroitement ovale. Ces caractères pourraient paraître suffisants pour décider que le *C. Palisoti*, de l'Afrique occidentale est le type, l'ancêtre du *C. pallidum*, de l'océan Indien et du *C. Hookeri*, des Antilles, et que ces deux derniers ne sont que des races locales. Mais le *C. Palisoti* et le *C. pallidum* ont des cancellines très étroites et très courtes, le *C. Hookeri* les a au contraire très larges et très développées en hauteur. D'un autre côté les *C. Hookeri* et *C. Palisoti* ont les cellules de la lame verte lisses, proéminentes au dos de la feuille et entières à la marge, tandis que le *C. pallidum* les a papilleuses et dentiformes à la marge. Il est vrai que les partisans de la large diffusion des espèces pourraient ajouter que ces modifications sont produites par le changement de localité. Mais nous ne chercherons pas à les suivre dans cette voie tout hypothétique dont la science ne tirerait guère aucun profit, puisqu'on serait toujours obligé de les distinguer par un nom particulier.

Dans le tableau alphabétique qui suit nous énumérons toutes les espèces qui ont été rattachées au g. *Calymperes* en indiquant : 1° celles que nous admettons et dont le nom est précédé d'un numéro d'ordre renvoyant au tableau méthodique pour l'analyse de l'espèce ; 2° les localités et le nom des collecteurs, pour les espèces qui ont seules servi de base à notre étude ; 3° la diagnose des espèces nouvelles que nous avons cru devoir établir pour rester dans la réalité des faits observés.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES ESPÈCES

DU G. *CALYMPERES* AVEC INDICATION DES SPÉCIMENS QUI ONT SERVI DE BASE AU TABLEAU MÉTHODIQUE QUI PRÉCÈDE.

164. C. **æruginosum** Hampe, in Lacoste, *Sp. nov. Musc., Archip. Ind.*, 1872, p. 7, tab. V, A.
Océanie : Iles Philippines, Mindanao (Semper.)

Planta mascula : perigonia minuta, plura (5), gemmacea, ovata foliis erectis cochleatis late et breviter acuminatis e medio ad apicem versus serrato-denticulatis, areolatione fere omnino calymperoidea tantum apice quadrata vix chlorophyllosa, foliis externis valde minoribus acutioribus ; antheridia 5-6 nonnullis paraphysibus æquantibus cincta.

Le *C. setifolium* Hpe, Mss., ne paraît être qu'une forme plus développée du *C. æruginosum*.

C. africanum Paris, in *Index bryologicus* = *Thyridium africanum* Mitt.
142. **C. Afzelii** Swartz, in Jahrb. d. Gewash., 1818, p. 3.
Afrique : Sierra Leone (*Afzelius*, C. Müll., comm.).
C. Afzelii Sch., in *Musc. Jardin.* (de Loss. = *C. Jardini* Nob.
C. Afzelii Sch., in Herb. Mus. Par., de Manga Reva = *C. Hombroni* Nob.
C. Afzelii Mont., in Herb. Mus. Par., de Tahiti = *C. Angstroemii* Nob.
C. Afzelii Hb. Montagne, de Sénégambie = *C. Perrotteti* Nob.
C. Afzelii Mitt., de l'île du Prince (*Mann*) = *C. occidentale* Nob.
C. Afzelii Mont., de la Guyane (Le Prieur) = *C. Richardi* C. Müll.
C. Afzelii Mont., de l'île Antigua (Antilles) = *C. Hookeri* Nob.
161. **C. andamense** Besch., *Sp. nova* (*Syrrhopodon andamensis* Hb. Mss.).
Asie : Ile Andaman méridionale (S. Kurz et in Hb. *Brit. Mus.*).

C. Nietneri simillime foliis tamen latioribus margine magis incrassatis, teniolâ angustâ e basi ad summum continuâ ; cancellinæ seriebus cellularum inæquilongis differt.

C. andamense C. Müll. Mss. in herb. Hampe, nº 2545, Andaman (S. Kurz) = *Thyridium* (*Leucobryella*) *andamense* Besch.

38. **C. Angstroemii** Besch., *Flor. bryol. Tahiti.* 1894, p. 24.
Océanie : Tahiti (Andersson, Lépine, Vesco, Nadeaud).
174. **C. arcuatum** C. Muell., in Engler's Bot. Jahrb., 1883, p. 85.
Océanie : Nouvelle-Guinée (Naumann).
132. **C. Ascensionis** C. Muell. (*l. c.* p. 84).
Afrique : Ile de l'Ascension (Naumann); *Expéd. du Challenger* (H. N. Motelay sub *C. pulvinato* Mitt., in Hb. Kew).

173. **C. asperipes** Besch. *sp. nov.*
Amérique, Antilles : Guadeloupe (L'Herminier, Ed. Marie, nº 300) ; Martinique (Grateloup, nº 19) ; La Dominique (Bory ♂) Trinidad (Fendler).

C. lonchophyllo affine differt foliis perichætialibus margine in parte ventrali serratis, pedicello e medio ad capsulæ basin valde rugoso ; foliis caulinis ventri integerrimis haud serratis, concellina breviore a costa 1-2 seriebus cellularum chlorophyllosarum separatâ, cellulis chlorophyllosis quadratis punctiformibus minutissimis.

95. **C. asperum** C. Muell., in Exsicc. Dusen.
Afrique : Mont Cameroun (Dusen, nº 410).
146. **C. asterigerum** C. Muell., in Exsicc. Dusen.
Afrique : Mont Cameroun, Monravia (Dusen, nº 82).
103. **C. asteristylium** C. Muell., in Exsicc. Dusen.
Afrique : Mont Cameroun (Dusen, nº 151).
C. aurantium Hpe, Mss., in *Bryol. javanica*, Suppl., p. 223 = *S. croceus* Mitt. (fide Lacoste).
33. **C. australe** Besch. *Sp. nova*
Océanie : Ile Raoul, arch. des îles Kermadec sur les arbres (Sallé, 1868, Hb. Duby).

Cespites lutescente virides, caulis simplex vel furcatus vix centimetro longus. Folia siccitate squarroso-incurva, madore erecto-patentia, pallida viridia, basi brevi plus minus ovata, angusta linguata, apice rotunda hic illic incurvula, toto ambitu, parte basilari excepta, cellulis quadratis, chlorophyllosis dentiformibus, dorso papillosis marginata, teniola nulla, costa angusta in lamina viridi papillosa; cancellina angustior e 5 seriebus cellularum majorum scalariformibus composita. Folia perichætialia intima caulinis vix longiora, longe vaginantia, apice rotundata cylindrica apice fusca, operculo longe conico-apiculato ; calyptra e medio dentata ad apicem fuscum tuberculosa.

Très semblable au *C. hyophilaceum* C. Müll., des îles Philippines, mais différent par la base des feuilles caulinaires à peine plus large que la lame verte, par les cancellines plus courtes et plus étroites.

153. **C. Beccarii** Hampe, in *Nuovo Giorn. Bot. ital.*, vol. IV, 1872, p. 279.
Océanie : Bornéo (Beccari, nº 30).
114. **C. Borgenii** Kiaer Mss., in Wright, *Mosses of Madagascar*, *Journ. of Bot.*, 1888.
Afrique : Madagascar, Betaforona (Borgen, ♂ Kiaer comm.) ; Madagascar, sine. loc. indic., c. fr. (Goudot, in Hb. Montagne, sub *C. Richardi*).

Dioicum dense cespitosum, inferne rufescens, tomentosum apice atroviride. Caulis 15 mill. longus, ramosus. Folia siccitate crispata, madore erecta, apice dense conglobata, minuta, brevia, basi latiore dein breviter linguata, plana, apice late acuminata, integerrima sed ob dentes marginales papillosas subdentata; teniola tricellulata tantum basilaris ; cancellina brevis obovata a 14 seriebus, cellularum inferne rectangularum formata. Perigonia brevia, radicantia, gemmacea foliis minutissimis cymbiformibus apice viridibus subdentatis ventri subserratis. Folia perichætiolia caulinis similia sed 1/3 minora. Capsula cylindrico-ovata brevis, operculo longe conico. Calyptra plicis dentata, apice longe tuberculosa.

Se rapproche du *C. hispidum* R. et C. de l'île Sainte-Marie; elle s'en éloigne tout d'abord par les tiges plus élancées, à feuilles groupées en boule au sommet, largement acuminées, par la téniole plus courte n'atteignant pas la partie élargie de la base, par les cancellines plus courtes.

106. **C. Boulayi** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Bornéo (Korthals, Hb. Boulay; Hb. Mus. Par. sub *C. Palisoti* Dzy et Molk.); Java, associé à *C. platycinclis* Nob. in Hb. *Mus. Lugd. Batav.* sub *C. moluccensi*).

C. Motleyi Mitt. affine differt foliis longioribus apice rotundissimis ob margines incurvos cucullatis, costa latiore a media basi ad summum dorso valde tuberculosa, vagina latiore cuneata, cancellina latiore cellulis majoribus numerosioribus, cellulis chlorophyllosis ad costam in cancellinis haud descendentibus.

55. **C. brachypelma** C. Muell., in Exsicc. Dusen.
Afrique : Mont Cameroun (Dusen, nº 85).
18. **C. brachyphyllum** C. Muell. Mss.
Océanie : Nouvelle-Guinée (Beccari).
121. **C. Breutelii** Besch. (*sp. nova*).
Amérique, Antilles : île Saint-Thomas (Breutel, Hb. Camus, Hb. Duby-Boissier); Antilles, sans indication de localité (Perrottet).

A *C. Richardi* habitu foliorum formaque proximum, sed differt : folii vagina obovata haud cuneata, cancellinis apice rotundis brevioribus et angustioribus, foliis rufescentibus supra ventrem remote denticulatis, ventri serrulata, teniola ventrali angustiore, basilari 4 cellulata.

70. **C. Brittoniæ** Besch. (*sp. nova*).
Amérique Septentrionale, Floride, Fort Meade, Polk Co (J. D. Smith, mars 1880 communiqué par M^{me} Élisabeth G. Britton, mêlé à *Syrrhopodon crispus* Austin, in herb. Austin).

C. rufescenti simile sed caulis magis elongatus, 20-25 millm. longus, futo-flavescens, ramosus apice arcuatus. Folia sicca incurva apice subsecunda madore erecto-patentia apicalia erecta, basi latiore obovatâ, longe et obtuse acuminata summo rotundato cellulis prominulis dentiformibus subserrulata, margine incurva integerrima, cellulis quadratis minutis chlorophyllosis dorso papillosis areolata. — *Teniola* fere ad apicem usque continua ventralis bicellulata, cellulis ventralibus 10-12 seriatis quadratis chlorophyllosis, marginalibus dentiformibus; *teniola* basilaris 4 cellulata cellulis rectangulis 5 seriatis flavidis marginata; cellulæ marginales uniseriatæ pellucentes quadratæ. — *Cancellina* altiuscula scalariformis cellulis ad costam maximis triseriatis.

Voisin du *C. Melinoni* de la Guyane française et du *C. rufescens* des Antilles; diffère des deux par les feuilles plus courtes et plus larges à la base, plus allongées au sommet; par les marges ventrales composées de 10-12 séries de cellules carrées, chlorophylleuses, au lieu de 5 et par la marge basilaire formée de 4 séries de cellules jaunes rectangulaires accolées au *teniola* et d'une série externe de cellules hyalines et lisses à la base infime, dentiformes au-dessus.

30. C. **Brotheri** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Nouvelle-Guinée, Skroe, pr. Mac Cloer Golf., 1891 (W. Micholitz, n° 22, sub *C. moluccense* Broth.).

C. Moluccensi habitu proximum sed toto cœlo diversum : foliis basi brevius cuneatis apice late rotundatis, teniola nulla, cancellinis brevioribus scalariformibus e cellullis brevibus quadratis composita.

108. C. **bryaceum** Besch. (*sp. nova*).
Asie : Ceylan (Thwaites, n° 62 e. p.).

L'échantillon distribué sous le n° 62 porte, dans les collection du Muséum et Montagne, les noms de *C. Dozyanum* et *C. varium*. Celui que j'ai reçu de Kew comprend une troisième espèce non désignée. M. Mitten, pour éclaircir la situation, m'a de son côté envoyé le type de ce qu'il considère comme le *C. Dozyanum* de Ceylan (n° 62). Or, ce dernier est différent de l'espèce de Java dessinée par les auteurs du *Bryologia javanica* et j'en ai fait le type d'une nouvelle espèce le *C. Mittenii*. Quant à la seconde, *C. varium*, qui est indiquée à Moulmein, comme ayant été récoltée par Parish dans la Birmanie, ellle n'a aucun rapport avec l'échantillon type de Parish qui m'a été communiqué par le Jardin Royal de Kew ; dans cette occurrence et pour éviter toute confusion j'ai nommé les échantillons compris par Thwaites sous le n° 62, savoir :

1° *C. Mittenii* (*C. Dozyanum* Mitt., p.p.).
2° *C. Thwaitesii* (— —).
3° *C. bryaceum* (*C. varium?* Mitt. p.p.).
4° *C. contractum*.

Quant au *C. bryaceum* en voici la diagnose :

Caulis vix centrimetro longus, inferne rufescens superne viridis. Folia siccitate incurva, madore erecto-patentia, basi longe ovata, pellucida supra angustiora dein elliptica, apice late obtuso-acuminata, cellulis in parte viridi chlorophyllosis dorso papillosis; margine dentiformibus; costa angustiore jam e medio basis papillosa infra apicem evanida. Folia anomalia proboscidea. Teniola nulla. Cancellina obovata cellulis plerumque longis hexagonis ut in *G. Bryo*. Folia perichætialia caulinis duplo minora, obtusissima. Capsula in pedicello longiusculo (3 mill.) siccitate bitortili lævi cylindrica. Calyptra longe defluens plicis serratis apice tuberculosa.

Diffère notamment du *C. Mittenii* par l'absence de teniola et du *C. Thwaitesii* qui en est également dépourvu par la forme des cellules des cancellines.

74. C. **burmense** Hpe, Mss. in Herb. Hampe, n° 4436.
Asie : Montagnes de Moulmein, Birmanie (Dr Stoliczka).

« Dioicum, dense aggregatum subpulvinatum, humidum, crocatum, « siccum purpurascens, caulis fere semiuncialis, simplex, adscendens. « Folia humida stricta, sicca convoluta falcato-inflexa tortilia, basi oblonga « toto margine late limbata » « antice subdenticulato latiore, limbo cellulis « linearibus constricto lutescente cellulis vaginæ quadratis, rectangulisque, « internis majoribus lateralibus minoribus pallide isabellina pellucida; « pagina anguste lineari-lanceolata obtusiuscula latere intense lutescente « incrassato angustius limbata superne evanescente apice muriculato cel-

« lulis minutis quadratis dense aggregatis tenuissime papillosis rufescente « opaca scabriuscula, nervo solido tereti intense rufescente glabro (?) per« cursa, vel in foliis anomalis incrassato exserto apice serrulato-denticu« lato; seta brevis subapicalis 2-3 linearis glabra. Calyptra longe inferne « producta brevior. Theca elliptico-cylindrica, opaca, emersa, operculo « brevi recte subulato, calyptra rufescente apice scabriuscula basi longius « producta arcte setam involucrata basi parce breviter inciso laciniata. « Hampe, *C. crocatum*, Flora of Burmah. »

13. **C. cacazouense** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Ile Mayotte, îlot Cacazou (Ed. Marie, nos 214, 230, 244 et 261, stérile).

Species *C. ligulari* Mitt. valde affinis sed differt cellulis hyalinis latioribus quadratis cellulis chlorophyllosis dorso prominentibus haud papillosis, foliis acutius acuminatis.

46. **C. campylopodioides** C. Muell., in Exsicc. Dusen.
Afrique : Monts Cameroun (Dusen, n° 151).
5. **C. caudatum** C. Muell., in *Flora*, 1879, n° 24.
Afrique tropicale : Mombassa (Hildebrandt).
105. **C. cernense** Mitt. Mss.
Afrique : Madagascar (Hb. Mitten).
149. **C. ceylanicum** Besch. (*sp. nova*).
C. porrectum Mitt., in Exsicc. Twaites.

C. porrecto Samoano Mitt. simillime, distinctum tamen cancellinis minoribus, longe scalariformibus, foliis ad ventrem haud integris sed cellulis dentiformibus, marginatis, margine basi a seriebus cellularum rectangularum formato, teniola basilari angustiore (3 pro 5-6 cellulis).
Asie : Ceylan (Thwaites, n° 60).

24. **C. chamæleonteum** C. Muell., in Engler's Bot., 1883, p. 86.
Océanie : Nouvelle-Guinée (Naumann).
110. **C. Chamissonis** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Mer du Sud, *Corallen Inseln*, probablement île du Corail, au nord des îles Marquises (de Chamisso, in Hb. Schwægrichen sub *C. Palisoti*).

Differt a *C. nukahivense* Nob. foliis caulinis latioribus latius acuminatis haud obtusis basi cuneatis, cellulis chlorophyllosis majoribus rotundis, costa dorso sublævi, cancellinis apice rotundis serie cellularum hyalinarum costali quam aliis breviore.

65. **C. chlorosum** Hpe, in *Enumer. musc.*, 1879, p. 6.
Amérique australe : Province de Rio-Janeiro (Glaziou, n° 9229).
147. **C. chrysoblastum** C. Muell., in Engler's Bot., 1883, p. 88.
Afrique : Libéria près Monrovia (Naumann).
C. constrictum Sull. = *Syrrhopodon* (*Thyridium*) *constrictus*.
20. **C. contractum** Besch. (*sp. nova*).
Asie : Ceylan (Thwaites in herb. Mus. Par., stérile).

Folia madore erecto-patentia, nigrescentia, basi latiore, late et elongate ovata, linguata, margine paullum involuta, apice uno latere contracta, cellulis chlorophyllosis rotundis dorso papillosis, teniola in lamina viridi

medio evanida tricellulata, cellulis marginalibus ventri et basi uniseriatis rhomboideis. Cancellina longa e 5-7 seriebus cellularum, late quadratarum formata.

Cette espèce se rapproche du *C. Kurzianum* C. Muell. des îles Andaman et du *C. Peguense* Nob. de la Birmanie, qui font partie du même groupe; elle s'en distingue au premier abord par les feuilles brusquement contractées d'un côté au sommet, par les cancellines plus longues atteignant le haut de la gaine des feuilles, par les ténioles qui se continuent jusqu'à la moitié de la lame verte, par les cellules marginales unisériées, entières et disposées en losange court.

75. **C. couguiense** Besch., in *Flor. bryol. Nouv. Caléd.*, 1873, p. 23.
Océanie : Nouvelle-Calédonie, Balade (Vieillard, n° 1776), mont Cougui (Balansa).

71. **C. crassilimbatum** Ren. et Card., in *Bull. Soc. R. Bot. Belg.*, XXXII, 1893, p. 89.
Afrique : Ile de la Réunion (Rodriguez).

C. crispum Aust., in *Coult. Bot. Gaz.*, IV, p. 151. = *Syrrhopodon crispus* Aust.

(*Nota :* Le rebord hyalin des feuilles rattache cette espèce à la section *Eusyrropodon* Mitt. du genre *Syrrhopodon.*)

166. **C. cristatum** Hpe, in *Nuov. Giorn. Bot. Ital.*, IV, 1872, p. 278.
Océanie : Bornéo, Sarawak (Beccari, n° 36).

C. crocatum Hpe, Mss. in Hb. Kew, n° 4436 = *C. burmense* Hpe.

C. croceum C. Muell., in Musc. Polyn., 1873, p. 63.
Syrrhopodon croceus Mitt., in *Musc. Ind. Or.*, 1859, p. 41.

M. Mitten (l. c.) dit que cette mousse a la capsule portée sur un pédicelle allongé, et il la compare au *Syrrhopodon rigidus*, dont elle se rapproche en effet par le port. M. Ch. Mueller (l. c.), tout en reconnaissant que par la constitution de la nervure marginale et par la longueur du pédicelle capsulaire, cette espèce se rapproche des *Syrrhopodon* dont elle se sépare par la forme générale, en conclut cependant qu'elle doit plus naturellement prendre place dans la section *Hyophilina* du genre *Calymperes.*

Tant qu'on n'aura pas trouvé la coiffe de l'espèce en question, on ne pourra décider si le *S. croceus*, de Ceylan, appartient ou non au genre *Syrrhopodon;* mais la nervure marginale arrondie et très épaisse me semble tout d'abord l'exclure du genre *Calymperes.*

Quant à la mousse de Samoa que M. Mitten rattache à son *Syrrhopodon croceus*, elle en diffère par les feuilles plus allongées, à marge à peine dentée, non ciliée, à cancelline indistincte, la base étant formée de cellules rectangulaires étroites qui se confondent d'une manière insensible avec les cellules supérieures plus courtes.

78. **C. Cruegeri** C. Muell., in *Syn.*, I, p. 527.
Amérique : Antilles, île Trinidad, mont Tocuche, 4 décembre 1847. (Crueger, C. Muell. comm.).

Les feuilles ne sont pas *integerrima*, comme l'indique le *Synopsis* (l. c.), mais bien nettement *geminatim dentata* depuis le milieu de la feuille jusque près du sommet.

4. **C. cymbifolium** C. Muell., in herb. Brother.
Océanie : Nouvelle-Guinée (Stephensort Karnbach, 1892, C. Muell. comm.).

C. **Dæmelii** Hpe Mss., in herb. Hampe.
Océanie : Iles Viti, Daemel = *Syrrhopodon Tahitensis* Sull.

123. C. **decolorans** C. Muell., in Besch., *Flor. bryol. Réunion*, etc., 1880, p. 58.
Afrique : Mayotte (Boivin; Ed. Marie, nos 10 et 61); île de Madagascar (Bernier, in herb. Boulay); île Sainte-Marie de Madagascar (Ed. Marie, n° 709).

31. C. **Delessertii** Besch. (*sp. nova*).
Asie : Pulo-Penang, Singapour (Ad. Delessert, 1834); île Andaman (S. Kurz, in herb. Kew).

C. Boulayi simile, sed foliis normalibus longioribus apice valde rotundatis, cancellinarum cellulis majoribus plerumque rectangulis, margine basilari integerrimis.

162. C. **denticulatum** C. Muell., in *Engler's Bot. Jahrb.*, 1883, p. 86.
Océanie : Nouvelle-Guinée (Naumann).

60. C. **dilatatum** C. Muell. Mss.
Afrique : Ile de Nossi-Bé (Hildebrandt).

21. C. **disciforme** C. Muell., in *Linn.*, 1848, p. 182.
Amérique septentrionale : Floride (J. Donnell Smith, mars 1877, in Hb. Austin, sub *C. Richardi*).
Antilles : Martinique, Fort-de-France, sur tronc de Manguiers, janvier 1860 et 15 mai 1861 (Ed. Jardin).
Amérique australe : Guyane française (Mélinon), Cayenne (Bory de Saint-Vincent).

14 + 43. C. **disjunctum** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Nossi-Bé, Loucoubé (Ed. Marie, n° 3).

Habitu *Barbulæ papillosæ* Wils. valde simile. Cespites humiles, incohærentes, intense virides. Folia siccitate erecta dein circinato-incurva, dorso subnitida, madida erecto-patentia patentiave, margine plana, basi minora elongate ovata apice late subacute acuminata, integerrima, cellulis chlorophyllosis rotundis dorso prominentibus areolata, costa sub apice evanida grosse tuberculosa; teniola nulla sed cellulæ marginales ad basin rectangulæ 4-5 seriatæ flavidæ. Cancellinæ variantes nunc in foliis senioribus subscalariformes, junioribus irregulare subquadratæ. Folia perichætialia minora late amplexantia, integerrima. Capsula brevi pedicellata. Calyptra vix apice tuberculosa.

Se rapproche par l'organisation du tissu foliaire du *C. Cacazouense* de Mayotte, mais en diffère totalement par le port, la couleur et la forme des feuilles.

C. **dissitifolium** Broth. Mss. in herb.
Océanie : Nouvelle-Guinée, Skrae, pr. Mac Cluer Golf (W. Micholitz, 1891).

Cette mousse, connue seulement à l'état stérile et qui paraît avoir végété dans une localité mouillée, ne présente pas le caractère typique du genre *Calymperes;* elle n'a pour ainsi dire pas de *cancelline,* les cellules de la partie basilaire de la feuille sont un peu plus grandes que les autres, mais elles se modifient d'une manière insensible jusque dans la lame supérieure, comme cela arrive dans les espèces des genres *Trichostomum, Barbula, Grimmia*, et autres et encore à un degré bien moins accusé.

58. **C. Donnellii** Aust. in *Bot. Gaz.*, 4, p. 151.
C. Richardi var. *Donnellii* Lesq. et Jam. *Manual*, etc.
Amérique septentrionale : Floride, Caloosa (C. F. Austin, J. D. Smith, Dom. Elizabeth Britton bénévole communic.).

Cette mousse ne saurait être confondue avec le *C. Richardi* C. Muell.; ses cancellines sont étagées en escalier et non largement obovées ; la base de la feuille est ovale, étroite, tandis qu'elle est très largement cunéiforme dans le *C. Richardi ;* elles n'ont de commun que la partie supérieure de la feuille qui est dans les deux espèces largement arrondie au sommet. On ne saurait donc considérer l'espèce de la Floride comme une variété de cette dernière.

12. **C. Dozyanum** Mitt., in *Musci Indiæ orient.*, 1859, p. 124.
C. Moluccense Dz. et Molk. *Bryol. jav.*, tab. 37, fide Cl. Mitten.
Océanie : Java (Hb. Dozy, sub *C. Moluccensi*).

Il est assez difficile de savoir ce que c'est que le *C. Dozyanum*, aucune diagnose n'ayant été donnée de cette mousse par M. Mitten, qui a tout simplement (l. c.) déclaré que la plante décrite et figurée (tab. 37) par les auteurs du *Bryologia Javanica* sous le nom de *C. Moluccense* n'était pas celle que Gaudichaud a rapportée des Moluques et que Schwægrichen a nommée *C. Moluccense.* Il lui a donné le nom de *C. Dozyanum* en indiquant comme localité : (*In India oriental.*, ex herb. Dickson). Le *C. Moluccense* Dozy et Molk serait donc le *C. Dozyanum ;* mais je n'ai trouvé parmi les nombreuses mousses de la Malaisie qui m'ont été communiquées par le musée de Leyde sous le nom de *C. Moluccense* qu'un seul échantillon de l'herbier Dozy qui pût être rattaché à cette espèce, c'est celui dont la diagnose suit, car aucune des espèces qui portent ce nom dans les herbiers, n'offre les caractères figurés par le *Bryologia Javanica* (tab. 37).

Folia ligulata basi vix latiore apice late et acute acuminata integerrima, plana, cellulis grossis rotundis dorso prominentibus, haud papillosis, costa dorso tuberculosa ; teniola nulla ; cancellina duplo longior quam latior, cellulis hyalinis anguste rectangulis e seriebus 6-7 subæquilongis composita, cellulis quadratis 7-8 seriatis chlorophyllosis vel flavidis basi ad ventrem marginata.

Ce *Calymperes* se distingue du *C. Motleyi* qui appartient au même groupe par les cellules *carrées* de la lame verte, lesquelles sont *hexagonales* dans ce dernier.

Quant aux espèces qui se trouvent dans les herbiers ou dans les ouvrages sous le nom de *C. Dozyanum*, en voici la synonymie :

C. Dozyanum, Ceylan (Thwaites, n° 62 ep.) = *C. bryaceum* Nob.
C. Dozyanum, Andaman (S. Kurz) = *C. Delessertii* Nob.
C. Dozyanum, Broth. Great Natunas (Micholitz) = *C. flaviusculum* Broth.
C. Dozyanum, Malacca (Griffith, Hb. Kew) = *C. malayanum* Nob.
C. Dozyanum, Ceylan (Thwaites, n° 62 e p. Hb. Mitten) = *C. Mittenii* Nob.
C. Dozyanum, Samoa (Powell) = *C. samoanum* Nob.

(M. Ch. Mueller a rattaché cette dernière espèce à son *C. obliquatum* de l'île Tonga, mais elle est différente comme on le verra plus loin.)

C. Dozyanum, Mangrove Bay (S. Kurz) = *C. linguatum* C. Muell.
C. Dozyanum, Ceylan (Thwaites, n° 62 ep.) = *C. Thwaitesii* Nob.

89. **C. Dusenii** C. Muell. (Exsicc. Dusen).
Afrique : Monts Cameroun (Dusen, n° 917).
76. **C. erosum** C. Muell., in *Linnæa*, 1844, p. 182.
Amérique australe : Guyane hollandaise, Tourtonæ (Kegel).
C. erosum Mitt., in *Musc. austr. amer.*
Amérique australe : Amazones (Spruce, n° 20) = *C. Spruceanum.*
40. **C. eutrichostomum** C. Muell., in Hb. Brotherus.
Asie : Singapour (Ankarkrona).
73. **C. exlimbatum** C. Muell.
Asie : Ile Andaman mérid. (Man.) = *C. Manii.*
155. **C. fasciculatum** Dz. et Molk., in *Bryol. Javan.*, p. 50, tab. 41.
Océanie : Java (Hb. Dozy, in British Mus. et Hb. Lugduno-batavor.).

Cette mousse est encore une de celles qui ont exercé la patience des Bryologues en raison de l'insuffisance des dessins et des termes trop généraux des descriptions. Dans ses *Musci Indiæ orientalis*, p. 41, M. Mitten déclare que le *C. fasciculatum* Dz. et Molk. du *Bryologia javanica* n'est autre que le *C. Moluccense* Schwgr., des îles Moluques, et l'*Index bryologicus* fait de même. Il eût été cependant facile de se rendre compte des différences que présentent ces deux plantes qui n'appartiennent pas à la même section, le *C. Moluccense* Schwgr. étant un *Hyophilina* et le *C. fasciculatum* un *Eucalymperes* C. Muell., ou *Himantophyllum* Mitt.

Dans le *C. Moluccense*, type de Gaudichaud, de l'île Rawak, les feuilles sont courtes, à base largement cunéiforme quoique remplie par les cellules à grande lumière de la cancelline qui est également cunéiforme, obovée, la marge est formée de deux rangées de cellules petites, carrées, l'externe dentiforme ; la téniole est composée de 4 cellules au ventre de la feuille et de 6 à la base infime.

Dans le *C. fasciculatum* Dz. et M. qu'il ne faut pas confondre avec le *Syrrhopodon fasciculatus* Hook. et Grev., les feuilles sont du double plus longues, ovales-lancéolées, dentées depuis le milieu jusqu'au sommet, la base est longuement ovale, la cancelline très allongée ne présentant que 5-6 rangées de cellules hyalines carrées, et bordée de 12-15 séries de cellules carrées, plus petites, l'externe très entière ; la téniole, très courte à la base, n'atteint pas le ventre de la feuille et est souvent peu distincte.

C. fasciculatum Mitt., in Exsicc. Thwaites.
Asie : Ceylan (Thwaites, n° 59) = *C. leucoloma* Nob.
C. fasciculatum Mitt., in *Musc. Ind. orient.*, p. 41, C. 3 = *Syrrhopodon fasciculatus* H. et Grev.
25. **C. flaviusculum** Broth. Mss. in herb.
Océanie : Malaisie, île de Great Natunas (Micholitz).
67 + 140. **C. Fordii** Besch. (*sp. nova*).
Asie : Chine, Hong-Kong (C. Ford, in herb. de Poli, n° 140).

Dense cespitosum 10-15 mill. elatum, fuscum, apice fusco-luteum, ramosum. Folia sicca erecto-circinata, madore erecto-patentia, basi ovata latiore, lanceolata, apice late et obtuse acuminata vel mucronulata, integerrima sed cellulis marginalibus papilloso-dentiformibus. — Teniola longa ad apicem usque fere continua, ventralis 3 basilaris 5-6 cellulata, cellulis marginalibus ventri 4 basi 3 seriatis. — Cancellina obovata subscalariformisve quam vagina brevior, cellulis quadratis basi rectangulis.

Le groupe dont cette mousse fait partie est essentiellement africain ; sur 13 espèces qu'il comprend, 10 n'ont été signalées qu'en Afrique, 1 se trouve à Java (*C. Hampei*) et une autre dans la Guyane hollandaise (*C. Wulschlægelii*). Le *C. Moluccense* Mitt. (*Musc. In. dor.* p. 41), indiqué à *Hong-Kong*, pourrait bien être le même que le *C. Fordii.*

C. Gardneri Hook. = *Syrrhopodon Gardneri.*

128. **C. Geppii** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Java (in herb. Wilson, n° 1258, sub *C. Palisoti*).

C. Moluccensi afine. Cespites laxi inferne fuscescentes apice luseo-virides. Caulis furcatus iterum divisus circiter 2 centim. longus. Folia sicca erecto-incurva, madida subpatentia, late ovato-ligulata, basi latiore elongate obovata subcuneata, apice late et obtusiuscule acuminata, toto ambitu integerrima, cellulis grossis rotundatis lævibus dorso prominentibus haud papillosis areolata, costa sub apice evanida dorso vix apice suberculosa. — Teniola flavida infra apicem obsoleta, ventralis 3-4 basilaris 5-cellulata, cellulis marginalibus uniseriatis basi oblique rectangulis hyalinis. — Cancellina longior, cuneata, cellulis quadratis majoribus 5-6 angustioribus rectangulis 8-seriatis.

Espèce très voisine du *C. Moluccense* (type de Gaudichaud) ; en diffère toutefois par les feuilles à cellules chlorophylleuses lisses non papilleuses, à base plus allongée, moins largement cunéiforme, et par les cancellines plus développées, plus larges au sommet.

Je dédie cette espèce à M. Gepp, assistant de bryologie au British Museum, qui a bien voulu me fournir de nombreux renseignements sur les mousses de l'herbier Wilson et de l'herbier Hampe.

37. **C. Glaziovii** Hampe, in *Symbolæ ad Flor. Brasil.*, 1877, p. 716.
Amérique : Province de Rio-Janeiro (Glaziou, n° 7449).

42. **C. Græffeanum** C. Muell., in *Journ. Mus. Godeff.*, 1873, p. 64.
Océanie : Iles de Samoa, Upolu (Græffe).

113. **C. Griffithii** C. Muell. in herb.
Asie : Indes orientales (Griffith, in herb. C. Muell. et A. Geheeb), Népaul, 1838 (Griffith, in herb. Duby-Boissier); Népaul (Wallich, in herb. Wilson, n° 1257).

129. **C. guadalupense** Besch. (*sp. nova*).
Amérique : Antilles, Guadeloupe.

Habitu *C. Richardi* C. Muell. simile sed distinctum foliis basi obovatis haud cuneatis, acute acuminatis, cellulis in lamina viridi dorso papillosis haud prominulis, cancellina obovata subquadrata quem vagina breviore.

92. **C. Guildingii** Hook. et Grev., in *Brew. Edinb. Journ.*, III, p. 223.
Amérique : Antilles Saint-Vincent (R. P. Guilding, G. W. Smith, Hb. Kew.) ; la Dominique (Bory) ; Guadeloupe (Bory, L'Herminier, Husnot, n° 135, Ed. Marie) ; Martinique (Héraud, Hb. Thuret).

139. **C. Hampei** Dz. et Molk., in *Bryol. Javan.*, I. p. 48, tab. 39.
Océanie : Java (Bélanger, Hb. Lacoste) ; près Buitenzorg (S. Kurz, n° 332).

C. Hampei C. Muell.
Océanie : Ile Timor (Naumann) = *C. Naumanni* Nob.
157. **C. heterophyllum** (Mitt.) Nob.
Syrrhopodon heterophyllus Mitt., in *Musci Indiæ oriental.*, 1859, p. 40.
Syrrhopodon serrulatus (vel *vittatus*) Wils. Mss. (in herb.).
Asie : Ceylan (Gardner, n° 135).
C. heterophyllum, Hampe, Mss. in *Bryol. Javan.*, Suppl., p. 223 (1870).
C. fasciculatum Dz. et Molk., var. *heterophyllum* Lac (l. c.).
Océanie : Java, Mont Salak. (S. Kurz) = *C. Salakense* Nob.
C. heterophyllum Hampe, Mss. in *herb. Mus. Lugd. batav.*
Océanie : Iles Philippines, Basilan (Dr C. Semper, ex herb. Sande Lacoste) = *C. scalare* Nob.
C. heterophyllum Al. Br., Mss. in *Bryol. Javan.*, p. 223.
Océanie = *Syrrhopodon croceus* Mitt. (fide Sande Lacoste, l. c.).
90. **C. Heudelotii** Besch. (*spec. nova*).
Afrique : Sénégambie, embouchure du Rio-Pungas, sur l'*Elaïs Guinensis*, 1837 (Heudelot, c. fr., n° 913, in herb. Mus.Par.).

Cespites laxi, 2 cent. alti, ramosi, fuscescentes. Folia sicca erecto-circinata madore patentia, basi latiore longe ovata, lanceolato-linguata, apice late acuminata longe mucronata, cellulis apice remote dentatis infra dentiformibus marginata, cellulis quadratis chlorophyllosis dorso papillosis areolata, costa dorso papillosa. — Teniola longa, ventralis 3, infra 5-6, basi 3 cellulata; cellulæ marginales ad ventrem 6-7 seriatæ quadratæ exteriores dentiformes, ad basin infimam uniseriatæ rectangulæ integerrimæ. — Cancellinæ longe ovatæ breviter scalariformes cellulis majoribus 8, angustioribus 7-8 seriatis superioribus quadratis inferioribus rectangulis. Capsula in pedicello 4 millim. longo lævi hyophilacea, 2 millim. longa, operculo conico longe aciculari. Calyptra plicis apice parce ramentosis.

Cette mousse ne saurait, par ses cancellines scariformes, être confondue avec les *C. Afzelii* et *C. Jardini* de la même région qui ont tous deux des cancellines obovées.

64. **C. hexagonum** Besch. (*sp. nova*).
Amérique : Antilles, île Saint-Thomas, in saxis humidis sylvulvarum et ad torrentes, januar (L. C. Richard, sub *C. Palisoti*).

Folia normalia brevia, basi latiore ovata spathulata, ovato-elliptica linguatave apice late rotundato-mucronata, integerrima, cellulis grossis hexagonis lævibus, chlorophyllosis prominentibus, marginalibus quadratis minutis hyalinis, costa infra apicem evanida dorso papillosa. — Teniola flavida, e basi ad summum usque continua ventralis 3, basilaris 4 cellulata, cellulis marginalibus uniseriatis ventri rhomboideis hyalinis apice prominentibus. Cancellinæ subquadratæ cellulis amplis rectangulis nonnullis ad costam adscendentibus.

De l'île Saint-Thomas, des Antilles, nous ne possédons que 2 espèces, l'une le *C. Breutelii* Nob., l'autre le *C. hexagonum*. Ces deux espèces ne sauraient être confondues. La première a les cellules de la lame verte carrées-arrondies et les cancellines obovées, arrondies au sommet, tandis que la deuxième a les cellules de la lame verte hexagones et les cancellines disposées en escalier de la marge à la nervure. Une autre espèce le *C. rufescens* Nob., trouvé aussi par L. C. Richard aux Antilles (sans autre indication) appartient par ses cancellines au même groupe, mais elle s'en distingue au premier abord par ses cellules vertes arrondies et par la téniole bordée au ventre de la feuille par 3 séries de petites cellules carrées dont l'externe est formée de cellules dentiformes papilleuses à l'angle supérieur.

138. **C. Hildebrandtii** C. Muell., in *Linnæa*, 1876, p. 246.
Afrique : Comores, île Anjouan (Hildebrandt).
130. **C. hispidum** Ren. et Card., in *Bull. Soc. Belg.*, XXXII, IIe p., 1893, p. 85.
Afrique : Ile Sainte-Marie de Madagascar (R. P. Arbogast); Madagascar (Camboué).
16. **C. Hombroni** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Iles Gambier, Manga Reva (Hombron).

C. Angstrœmii tahitensi habitu simile, sed distinctum foliis normalibus brevioribus apice late et acute acuminatis, cellulis viridibus utriculo primordiali persistente impletis magis papillosis, basi parum latiora breviora, cancellinæ quadratæ cellulis amplioribus rectangulis 5-6 seriatis.

27. **C. Hookeri** Besch. (*sp. nova*).
Amérique : Antilles, île d'Antigua (Hb. Hooker; Hb. Montagne, sub *C. Afzelii*).

Affine *C. Panamæ* Nob. foliis tamen basi angustioribus obovatis haud late cuneatis, cancellina angustiore e seriebus cellularum 6-7 quarum 3 maximæ composita; teniola similis sed cellulis ventralibus integris rhomboideis marginata.

Au nombre des espèces américaines appartenant au même groupe que le *C. Hookeri*, on ne trouve que le *C. disciforme* qui s'en distingue suffisamment par le port et par les feuilles arrondies au sommet, et le *C. Panamæ* qui ayant, comme le *C. Hookeri*, des feuilles largement acuminées, s'en éloigne par la forme de ses cancellines composées de 14-15 séries de cellules à grande lumière et par la marge ventrale dont les cellules sont dentiformes.

45. **C. hyalinoblastum** C. Muell. Mss.
Océanie : Nouvelle-Guinée, île Mola (Kaernbach).
32. **C. hyophilaceum** C. Muell. Mss.
Océanie : Iles Philippines, Galampit (Llanos).
Var. *timorense* Besch. A typo simillimum sed cancellinis sæpe obovatis, sæpius breviter scalariformibus.
Océanie : Ile de Timor Lant (Micholitz, Hb. Geheeb, sub *C. moluccensi*).
94. **C. inæquifolium** C. Muell., in *Bot. Zeit.*, 1864, p. 348.
Asie : Pulo-Pinang (Didrischen).
57. **C. incurvatum** C. Muell., in *Journ. Mus. Godeff.*, 1874.
Océanie : Samoa (Graeffe).
53. **C. integrifolium** C. Muell., in *Flora*, 1886, p. 514.
Afrique occid. tropic. : Vallée de la rivière Kiulu (Pechuel-Lösche).
137. **C. intralimbatum** C Muell., in *Flora*, 1886, p. 513.
Afrique occid. tropic. : Monts Tschella, près Mossamèdes, Humpata (A. de Danckelmann).
C. involutum Sch. Mss., in herb. Boissier.
Antilles : Guadeloupe (L'Herminier). = *Trichostomum microcarpum* Sch.

2. C. **Isleanum** Besch. in *Flor. bryol. Réunion*, etc., p. 56.
Afrique : Iles Seychelles, Praslin (G. de l'Isle).

141. C. **Jardini** Besch. (*sp. nova*).
Afrique tropicale occidentale : Sénégambie, Tumbo, îles de Loss, sur les troncs d'arbres, 1847 (E. H. Jardin, sub *C. Afzelii* Sch.).

Cespites laxi, fusciduli. Caulis centimetris 3-4 altus sub flore innovans et iterum ramosus. Folia sicca erecta apice curvula, madore erecta v. erectopatentia, basi obovata longa latiore, ligulata margine hic illic involuta vel tubulosa, apice late et acute acuminata, toto ambitu serrulata (basis infima excepta), cellulis quadratis plerumque pellucidis dorso-subtiliter papillosis, costa angusta infra apicem evanida in foliis anomalis excedente grosse tuberculosa serrata. — Teniola flavida infra apicem obsoleta, ventralis 5, basilaris 4-6 cellulata. — Cancellina perlonga late et breviter scalariformis cellulis quadratis 16 seriatis basi rectangulis. — Folia perichætialia duplo minora convoluta basi majora apice erecta serrata. Capsula in pedicello 4 mill. longo tortili lævi elliptico-cylindrica, 2 mill. longa. Calyptra plicis dentatis apice tuberculosa.

Cette espèce fait partie d'un groupe qui en renferme 25, dont 15 sont propres à l'Afrique ; dans ce groupe, on distingue une série de 7 espèces à feuilles ligulées, acuminées, aiguës au sommet, qui se rencontrent toutes, sauf une, sur les côtes ou dans les îles du versant de l'Atlantique; 2 existent dans la Sénégambie, l'une, le *C. Afzelii* Sw., à Sierra-Leone ; l'autre, le *C. Jardini*, dans les îles de Loss. Toutes deux sont assez semblables, et il n'est pas surprenant que Schimper ait rapporté la seconde au *C. Afzelii* Sw. La mousse récoltée par M. Jardin se distingue de cette dernière par les cellules marginales pellucides, rhomboïdales, dentées, par les cellules des cancellines qui sont carrées, rectangulaires à la base et disposées sur 16 séries, tandis que dans le *C. Afzelii* les cellules marginales sont carrées, dentiformes, papilleuses, et les cellules des cancellines sont disposées sur 10 séries seulement, dont 5 sont composées de cellules plus étroites et rectangulaires.

7. C. **Kaernbachii** Broth., in *Engler's Bot. Jahrb.*, 1893.
Océanie : Nouvelle-Guinée (Kaernbach).
Var. *timorense*, foliis angustioribus, cellulis dorso papillosulis, costa sublævi.
Ile de Timor Laut. (Micholitz).

104. C. **Kennedyanum** Hpe, in *Linnæa*, 1876.
Océanie : Australie heureuse, Rockingam Bay (Kennedy).

19. C. **Kurzianum** Hpe, in *Flora*, 1878.
Asie : Ile méridionale d'Andaman (S. Kurz).

C. **Kurzianum** Hpe, Mss., n° 313, in Herb. Melbourne (*British Museum*).
Océanie : Java, Nordabhans der Salak (S. Kurz). = *C. ceylanicum* Nob.

C. **Kurzianum** Hpe, Mss. (in herb., n° 2550).
Asie : Ile méridionale d'Andaman, Mangrove-Bay (S. Kurz). = *C. linguatum* C. M. — Cette mousse diffère du *C. Kurzianum* type, par l'absence de téniole et par les cancellines scalariformes.

C. **Kurzii** (Hpe) : Il y a aussi de Hampe un *Syrrhopodon Kurzii*, récolté à Nattung en Birmanie, par S. Kurz, que M. Charles Müller m'a envoyé comme étant un *Calymperes* et dont j'ai dû changer le nom de *Calymperes Kurzii* (Hpe) en celui de *C. prionotum*, pour éviter toute confusion.

119. **C. lævifolium** Mitt., in *Roy. Soc. Phil. Transact.*, vol. 168 (1879), p. 388.
Afrique : Ile Rodriguez (Balfour).

M. Mitten décrit (l. c.) les feuilles de cette mousse comme étant « *e basi minute crenulata* », et au delà de la base « *margine integerrima, cellulis minutis sublævibus obscuris, vitta intramarginalis nulla* ».

L'échantillon type que l'auteur a bien voulu me communiquer m'a offert des feuilles très entières à la base infime, dentées-serrulées à la partie ventrale de la base, et des cellules chlorophylleuses toutes papilleuses ; quant au *teniola* (*vitta*), il existe bien et est composé de trois séries de cellules qui s'étendent de la base jusqu'au-dessus de la partie ventrale.

91. **C. lanceolatum** Hpe, in *Énumér. Mousses du Brésil*, p. 6.
Amérique : Province de Rio-Janeiro (Glaziou, n° 9278).

112. **C. latifolium** Hpe, in *Plantæ Preissianæ*, p. 116 ; C. Muell., *Syn.*, I, p. 525.
Océanie : Australie, près Perth (Preiss, n° 2473).

100. **C. Lecomtei** Besch. *Journ. de Bot.* 1895, n° 12.
Afrique : Congo français, Kitabi (Lecomte, 1894).

Caulis circiter 15 mill. longus, inferne rubescens apice lutescente et flavide viridis. Folia sicca erecta albicantia dein arcuato-incurva, humida patentia, basi late obovata latiore, supra fere subito ob margines involutos tubulosa, apice plana rotundo-acuminata simpliciter dentata, teniola flavida tricellulata e medio fere ad apicem usque in costam marginalem incrassatam geminatim dentata continua ; cellulis in lamina viridi chlorophyllosis minutis quadratis dorso subtiliter papillosis areolata, cellulis ventralibus inter teniolas et margines 9-10 seriatis (series externa dentiformis) ad basin infimam biseriatis quadratis integris marginata. Cancellina alte et anguste scalariformis cellulis quadratis brevibus basi rectangulis. Folia perichætialia caulinis duplo minora late amplexantia. Pedicellus capsulæ 4 mill. longus. Calyptra apice dentato-tuberculosa.

Cette espèce est très voisine des *C. megamitrium* et *C. arististylium* C. Muell., qui font partie du même groupe ; elle s'en distingue par les feuilles arrondies au sommet, à téniole basilaire composée de 3 séries de cellules (5 dans le *C. megamitrium* et 2 dans le *C. arististylium*), les marges ventrales sont formées de 9-10 séries de cellules, tandis qu'elles n'en ont que 5-6 dans les mousses des Cameroun ; la base infime est bordée de 2 séries de cellules courtes et carrées, tandis qu'elle ne présente qu'une seule série de cellules longues, rectangulaires dans le *C. megamitrium*.

126. **C. leucocoleos** C. Muell., in Exsicc. Dusen.
Afrique : Monts Cameroun, Victoria (Dusen, n° 76).

160. **C. leucoloma** Besch. (*sp. nova*).
Asie : Ceylan (Thwaites, n° 59, sub *C. fasciculato* Mitt.).

Habitu *C. fasciculato* Dz. et Molk. simile, sed foliis latius acuminatis margine crassiore e medio dupliciter serratis, ad cancellinas e 12, basi infima 7 seriebus cellularum hyalanarum angustarum ad instar g. *Leucolomatis* marginatis, cellulis marginalibus basis infimæ uniseriatis rectangulis.

145. **C. leucomitrium** C. Muell., in *Flora*, 1886, p. 512.
Afrique : Niger, Bouny (Mönkemeyer).
172. **C. Levyanum** Besch. (*sp. nova*).
Amérique centrale : Nicaragua (Lévy, ♂).

Habitu *C. lonchophyllo* simile. Folia caulina e medio ad infra apicem serrata, latius marginata, cellulis minoribus quadratis; costa intramarginalis latior geminatim dentata; cellulis chlorophyllosis inter costam mediam et cellulas hyalinas haud interpositis; cellulæ ventrales 3 seriatæ, minutæ, chlorophyllosæ, margine remote dentato; teniola ad basin infimam 6 cellulata flavidula cellulis triseriatis hyalinis ovatis, series externa oblique inserta apice prominula.

17. **C. ligulare** Mitt., in *Journ. Linn. Soc.*, 1886, p. 303.
Afrique orientale : Usagara (Hannington).
C. Lindigii Hpe, in Musc. Nov. Gran., p. 6.
Amérique australe : Colombie, Bogota (Lindig). = *Streptopogon Hampeana* Nob.
39. **C. linealifolium** C. Muell. (in *Exsicc.* Dusen).
Afrique : Monts Cameroun, Irongas (Dusen).
79. **C. linearifolium** C. Muell. in *Journ. d. Mus. Godeff.*, 1874, p. 65.
Océanie : Ile Samoa (Graeffe).
41. **C. linguatum** C. Muell., Mss.
Asie : Ile Andaman méridionale (Man.); in Mangrove Swamps of Mangrove-Bay (S. Kurz. in Hb. Hampe, n° 1650 sub *C. Dozyano*, et 2550 sub *C. Kurziano*).
171. **C. lonchophyllum** Schwægr., *Sp. Musc. Suppl.*, I, II, p. 333, tab. 98 (C. Palisoti).
Amérique : Guyane (L. C. Richard, Le Prieur, Poiteau), Vénézuéla (Spruce, n° 17).
165. **C. longifolium** Mitt., in the *Linn. Soc. journ.*, X, 1868, p. 173.
Océanie : Malaisie, Bornéo, Labuan (Motley).

L'*Index bryologicus* et l'*Adumbratio* de Jæger citent cette mousse comme étant le *C. Motleyi* Mitt.?

Le *C. Motleyi* fait partie de la section *Hyophilina* C. M., et le *C. longifolium* de la section *Himantophyllum* Mitt. Il ne peut y avoir aucune confusion entre ces deux espèces si éloignées l'une de l'autre.

C. longifolium Broth., 1889.
Afrique : San Thomé = *C. Thomeanum* C. Muell. (1886).
C. loreum Lac., in *Spec. nov. Arch. Ind.*, 1872, p. 7. = *C. longifolium* Mitt.
170. **C. lorifolium** Mitt.. in *Musc. Samoan.*, 1868, p. 173.
Océanie : Samoa (Powell, Græffe).
Var. *Neo-caledonicum* Besch. = *C. Novæ Caledoniæ*, Nob.
84. **C. loucoubense** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Ile de Nossi-Bé, Loucoubé (Ed. Marie).

Laxe cespitosum fuscescens superne atro-viride, vagina hyalina vix notata. Caulis ramosus, 10-15 millim. longus. Folia sicca cirrhato-flexuosa, madore patentia, basi latiore longe obovata, lanceolata, apice late et acute acuminata serrata, cellulis chlorophyllosis quadratis papillosis, costa angusta dorso e dimidiam basis partem ad summum tuberculosa. — Teniola anguste flavida in lamina viridi vix distincta, ventralis 3, basilaris 4 cellulata. — Cancellina late et breviter scalariformis cellulis angustis rectangulis; cellulæ marginales ventris uniseriatæ dentiformes, basi infima rectangulæ supra ovato-rhomboideæ apice prominentes.

Cette mousse fait partie d'un groupe qui est largement représenté dans les îles et sur les côtes de l'Afrique; on en compte, en effet, 9, dont 3 dans l'océan Indien et 6 dans le bassin de l'océan Atlantique. La plante qui s'en approche le plus est le *C. Polii*, mais celle-ci s'en distingue suffisamment par la *vagina* cunéiforme plus large, les lames vertes plus larges et les ténioles composées de 6 séries de cellules jaunâtres.

26. **C. malayanum** Besch. (*sp. nova*). = *C. Dozyanum* Mitt., in herb. Kew.
Asie : Malacca (Griffith).

A *C. Dozyano* Javanense differt : foliis basi late cuneatis, abrupte angustioribus, apice latioribus, rotundato-mucronatis, cellulis quadratis minoribus papillosis, cancellinis latioribus e seriebus cellularum 5 maximis, 7-8 angustioribus rectangulis hyalinis, teniola tricellulata, cellulis marginalibus uniseriatis ventri quadratis dentatis basi elongatis rhomboideis.

86. **C. Malimbæ** C. Muell., in *Flora*, 1886, p. 513.
Afrique : Gabon (Rabenhorst fils).
98. **C. mammosum** Besch. (*sp. nova*).
Océanie ; Iles Philippines (Cuming, n° 2214).

Planta mascula cum foliis anomalis vix 1 centimetro longa, nigrescens; folia madida rigida sicca arcuata, normalia angustissime lanceolata, summo obtusa ad apicem usque marginibus parallelis, basi vix vaginante elliptica integra cellulis triseriatis quadratis hyalinis, externis obtuse dentatis marginata, ventris cellulæ marginales 2-4 seriatæ, minutæ chlorophyllosæ opacæ externæ, nodosæ, mammosæ, papillosæ; costa sub apice finiente in parte viridi crassissime mammosa. — Teniola flavida tricellulata supra ventrem crassa geminatim mammosa, infra apicem evanida. — Cancellina ovata longe ad costam scalariformis cellulis quadratis basi longioribus. — Lamina viridis cellulis minutissimis chlorophyllosis vix distinctis dorso subtiliter papillosis.

Folia anomala anthoceroidea fere centim. longa, basi brevi ad apicem angustissime continua in cylindrum convoluta, hic illic nodosa, papillosa, apice propagulis brevibus albidis furcatis 4-5 articulatis. Flos masculus ad basin folii anomali gemmaceus e ramo brevi terminali enatus, foliis integerrimis ovato-concavis; antheridia pauca longa.

Cette mousse est surtout remarquable par la présence, à la marge des feuilles et le long de la nervure, de vésicules très grosses groupées en mamelons à la place des dents. On trouve à peu près la même anomalie dans les *C. subchamæleonteum* et *C. scabriusculum* de la Nouvelle-Guinée ; mais ici les mamelons tuberculeux ne se rencontrent qu'à la marge des feuilles et l'on n'en voit pas sur la nervure.

72. **C. Manii** C. Muell., Mss., in herb. Levier.
Asie : Ile Andaman méridionale, Pytler's Ghat (E. H. Man).

36. **C. Mariei** Besch., in *Florul. bryolog. Réunion*, etc., 1880, p. 57.
Afrique : Ile de Nossi-Bé (Ed. Marie, n^os^ 101, 108, 200; R. Caillé, in Hb. de Poli).

66. **C. mayottense** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Ile Mayotte (Ed. Marie, n^os^ 124, 230, 244).

C. usambarico simile, differt : foliis late linguatis apice late et obtuse acuminatis ob cellulas prominentes subserrulatis, cellulis marginalibus ventris 7 seriatis, basilaribus 4-5 hyalinis quadratis, teniola infra ventrem 3-4 cellulata flavida.

On trouve, dans la région, quatre espèces appartenant au même groupe que le *C. mayottense*, mais les *C. Nossi Combæ* et *C. dilatatum* ont les feuilles arrondies au sommet, le *C. Scychellarum* les a mucronées, et le *C. usambaricum* porte des feuilles lancéolées, aiguës, différentes de celles du *C. mayottense*.

101. **C. megamitrium** C. Muell., in *Exsicc.* Dusen.
Afrique : Victoria (Dusen, n° 495).

68. **C. Melinoni** C. Muell., in litt.
Amérique : Guyane française (Mélinon ; Le Prieur, stérile, in herb. Montagne, sub *C. Richardi*) ; Cayenne (Ed. Marie, c. fr.).

Caulis elatus, 20-25 millim. longus, rufescens vel late viridis inter folia albicans, furcatus iterum ramosus. Folia madida erecto-patentia, sicca, penicillato-erecta, normalia ovato-lanceolata basi vix latiora, margine hic illic involuta, cellulis dentiformibus marginata, cellulis in lamina viridi quadratis chlorophyllosis dorso acute papillosis, costa papillosa infra acumen evanida. — Teniola tricellulata, cellulis ventralibus 5 seriatis quadratis, infima basi biseriatis pellucidis quadratis rectangulisve. Cancellina breviter et regulariter scalariformis cellulis brevibus quadratis 12 seriatis ad teniolam minoribus basi rectangulis. Capsula in pedicello 3 millim. longo rubro lævi elliptica, operculo longe subulato. Calyptra longa, longe infra capsulam defluens, apice serrato-tuberculosa.

Cette espèce diffère, au premier abord, du *C. Richardi* par ses feuilles ovales, lancéolées, non ligulées, à base ovale non cunéiforme et par ses cancellines dont les cellules sont disposées en escalier de la marge à la nervure et non cunéiformes.

97. **C. menadense** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Malaisie, îles Célèbes, Minehage van Menado (de Vriese) ; Amboine (Zippel, herb. Lugd. Batav. ; herb. Dozy, sub *C. moluccensi*).

Pusillum. Caulis vix 5 millim. longus, intense viridis, furcatus. Folia sicca erecto-incurva, madida patentia, suprema erecta, basi vix latiora elliptica arcuato-linguata apice late et obtuse acuminata, integerrima, cellulis quadratis chlorophyllosis dorso papillosis, margine ad ventrem longioribus dentiformibus, costa dorso papillosa. — Teniola nulla. — Cancellina alte scalariformis cellulis brevibus quadratis.

Par ses feuilles moins largement linguiformes, non cunéiformes à la base, dépourvues de *teniola*, et par ses cancellines scalariformes, cette mousse ne saurait être confondue avec le *C. moluccense* des Moluques.

168. **C. microblastum** C. Muell., in *Exsicc.* Dusen).
Afrique : Monts Cameroun (Dusen, n° 807).

143. **C. minus** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Ile de Nossi-Comba (Ed. Marie, n° 30).

Caulis simplex brevissimus albicante lutescens. Folia sicca erecto-incurva, madida mollia patentia, basi latiore obovata, linguata, apice plus minus longe acuminata, margine e vaginæ ventre ad apicem dentato-serrata, cellulis quadrato-rotundatis grosse papillosis areolata, costa angusta verruculosa infra apicem evanida. *Teniola* basi tricellulata fere ad summum continua, cellulæ marginales ad ventrem triseriatæ externæ rhomboideæ nodoso-serratæ. *Cancellina* obovata totam vaginam implexans, cellulis 12-13 seriatis quarum series costalis longior, quadratis amplis. Folia perichætialia caulinis minora fere omnin hyalina serrata, cellulis hexagonis bryaceis areolata. Calyptra plicis et apice dentato-tuberculosa.

107. **C. Mittenii** Besch. (*sp. nova*).
C. Dozyanum Mitt. in herb.
Asie : Ceylan (Thwaites, n° 62, e. p.).

Caulis vix 5 mill. longus sordide albidus v. fuscescente viridis. Folia sicca erecto-torquata, madore erecto-patentia, suprema rigida erecta, basi latiore obovata apice contracta, ligulata brevia late obtusiuscule acuminata, margine paullum incurva integerrima, cellulis quadratis dorso papillosis, costa infra apicem evanida; folia anomalia summo clavato-marginata. — Teniola nulla. — Cancellina obovata cellulis laxis amplis quadratis rhomboideisve ad costam 5-6 seriatis majoribus, series ad margines paulo decrescentes; cellulæ marginales e ventre ad basin 3 seriatæ quadratæ minutæ nonnulæ infra ventrem dentiformes. Capsulæ pedicellus 3-4 mill. longus lævis; calyptra apice fusca dentato-tuberculosa.

Le *C. Dozyanum* représenté, d'après M. Mitten, sous le nom de *C. moluccense* dans le *Bryologia Javanica*, tab. 37, est caractérisé par les cancellines *rectangulaires*, composées de 5-6 séries de grandes cellules rectangulaires, et fait partie du 1^er^ groupe de notre étude. Quant à l'échantillon de Thwaites n° 62, qui est censé représenter le type du *C. Dozyanum*, il en diffère par les cancellines *obovées* composées de 7 séries de grandes cellules carrées et de 7 autres plus étroites et plus allongées, quelques-unes hexagones, et fait partie du 3^e^ groupe.

127. **C. moluccense** Schwægr., *Suppl.* II, II, p. 99, tab. 127.
Océanie : Archipel des Moluques, île Rawak (Gaudichaud, 1817, sub *Calympere Palisoti*? n° 15 (29), in Hb. Mus. Paris).

A la description de Schwaegrichen nous ajouterons ce qui suit :

Folia normalia basi latiore latissime cuneata subito contracta, dein linguata margine apice incurva, late et obtusiuscule acuminata, toto ambitu integerrima, sed cellulis marginales papilloso-dentiformibus subdentata, cellulis in lamina viridi quadrato-rotundis apice minutis dorso subtiliter papillosis areolata, costa sub apice evanida dorso suberculosa. Folia anomala longe attenuata marginibus sub apice convolutis clavato-proboscideis. — *Teniola* a basi fere ad summum producta, ventralis 4, basilaris 6 cellulata; cellulæ ventrales biseriatæ basilares uniseriatæ hyalinæ dentiformes. — *Cancellina* obovata totam vaginam occupans, cellulis ad costam maximis rectangulis et hexagonis 5-seriatis, ad teniolas sensim angustioribus 10-12-seriatis quadratis brevioribus. Folia perichætialia duplo minora.

M. Mitten (Musci Ind. or., p. 41-42) dit que le *C. moluccense* du *Bryologia javanica*, tab. XXXVII, est le *C. Dozyanum* Mitt. et que le *C. fasciculatum* Dzy et Molk, tab. XLI, est le *C. moluccense* Schwægrich, Nous ne partageons pas cet avis. D'après les échantillons authentiques que nous devons à l'obligeance de M. Boerlaye, le savant conservateur du Musée de Leyde, le *C. fasciculatum* Dozy est une espèce complètement différente de la mousse des Moluques et nous n'avons trouvé aucune trace de *C. moluccense* dans les spécimens de Dzy et dans ceux de Lacoste. Pour nous cette dernière espèce est confinée dans les îles Moluques.

C. moluccense Broth., Nouvelle-Guinée (Micholitz) = *C. Brotheri* Nob.
C. moluccense Mitt. (Musc. Ind. orient., p. 41, pro parte = *C. fasciculatum* Dz et M.
C. moluccense Hb. Geheeb.-Timor.-Laut (Micholitz). = *C. hyophilaceum* C. M., var. *Timorense*.
C. moluccense Dz et M., îles Célèbes, Amboine (Hb. Ludg. Batav.) = *C. menadense* Nob.
C. moluccense Andaman, Mangrove-bay (S. Kurz) = *C. linguatum* C. Muell.
C. moluccense Hpe, Birmanie, Pegu (S. Kurz) Hb. Geheeb, Hampe et *Brit. Mus.* = *C. peguense* Nob.
C. moluccense Java (Hb. Ludg. Batav.) = *C. platycinclis* Nob.
C. moluccense Lac, Bornéo (Oonschot) = *C. Sandeanum* Nob.
C. moluccense Hb. Geheeb.-Banka-Neira (Visher) = *C. Visher* Nob.
C. moluccense Hb. Ludg. Bat. Iles Célèbes (de Vriese) = *C. Vriese* Nob.
C. moluccense var. *heterophyllum* Lac, *Bryol. jav.*, p. 223, Salak (S. Kurz) = *C. Salakense* Nob.

111. **C. Motleyi** Mitt., in *Bryol. javanica*, I, p. 48, tab. XXXVIII.
Asie : Ceylan ; Océanie : Malaisie, Bornéo (Hb Kew).

C. Muelleri Mitt. in Musc. Ind. or., p. 42. = *Calymperidium Muelleri* Dz et Molk.

C. nanum C. Muell., in *Linnæa*, 1875, p. 398.
Afrique : Mombouttu (Schweinfurth †).

Je n'ai pu me procurer cette espèce.

85. **C. Naumanni** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Ile Timor, Mont Tainanani (Naumann, sub *C. Hampei* C. M.).

Habitu *C. Hampei* sat simile. Folia caulina longiora et auctiora cellulis papillosis margine dentiformibus. *Teniola* latior ventralis 2-4, basilaris 5-6 cellulata, cellulis marginalibus ventris 10-12 seriatis quadratis chlorophyllosis. *Cancellina* late et breviter scalariformis.

Diffère du *C. Hampei* par les tenioles plus larges, par les marges ventrales formées de 10-12 séries de cellules carrées, vertes, au lieu de 5, et par les cancellines scalariformes non obovées-carrées au sommet.

93. **C. nicaraguense** Ren. et Card., in *Bull. Soc. Belg.*, t. XXXIII, 1894, p. 117.
Amérique : Nicaragua (Richmond).

115. **C. nicobarense** Hpe Mss., in herb. *British Museum.*
Asie : Ile Nicobar, Katschall (S. Kurz, n° 3860 A).

« Dioicum, pulvinatim expansum. Caulis fertilis adcendens, subuncialis, « basi fusco-fibrillosus parce attenuata ramis 2 oppositis brevioribus « ramosus. Folia inferiora condensata vaginantia reflexo-complicata « acuminata cætera canaliculata concava, superiora comalia erecto-patula « convoluta minime condensata, e basi cuneata vaginante lineari lanceo« lata obtusa vaginæ quadrato-reticulata margine limbata vel elimbata « integerrima, nervo apiculata, cellulis laminæ dense aggregatis minutis « chlorophylloso-punctatis opaca. Perichætialia parva fere prorsus qua« drato-reticulata hyalina nervo angusto percurso integerrimo apice « obtusa chlorophylloso-punctata. Seta brevis exserta erecta rubra theca « cylindrica gymnostoma operculo conico-acuminato. »

A cette diagmose posthume de Hampe, nous ajouterons ce qui suit :

Folia basi infima cellulis triseriatis, serie externa integra quadrate cellulata supra hyaline dentato-serrata ad ventrem usque marginata. *Teniola* tantum basilaris luteola 3 cellulata infra ventrem evanida. *Cancellina* ampla subquadrata cellulis ad costam amplis 6 seriatis rectangulis, dein 4-5 seriatis subscalariter dispositis angustioribus ad margines 6-7 quadratis minoribus chlorophyllosis externis hyalinis dentato-serratis.

154. **C. Nietneri** C. Muell., in *Bot. Zeit.*, 1864.
Asie : Ceylan (Thwaites, n° 61).

59. **Nossi Combæ** Besch., in *Florul. bryolog. Réunion*, etc., p. 57.
Afrique : Ile de Nossi-Comba (Ed. Marie, n° 52).

175. **C. Novæ-Caledoniæ** Besch. (*C. lorifolium* var. in *Flor. bryol. Nouv.-Calédonie*).
Océanie : Nouvelle-Calédonie (Balansa, n° 2542).

C. lorifolio habitu simile sed differt : foliis caulinis acutius acuminatis apice serratis acumine longo integro ; cellulis ventris marginalibus remote et obscure denticulatis haud albide serratis ; *teniola* flavida basilaris 2 non 4 cellulata, cellulis externis hyalinis minoribus apice prominulis haud longis subserrulatis. — *Cancellina* subsimilis cellulis chlorophyllosis inter cancellinas et costam apice parum interpositis.

109. **C. nukahivense** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Iles Marquises, Nukahiva (Jardin, 1855).

Habitu *C. Angstroemii* simile, sed foliis rigidis siccitate circinatis, margine in cylindrum convolutis, latius apice rotundatis, cellulis in lamina viridi undique chlorophyllosis. *Cancellina* longius obovata non scalariformis cellulis quadratis amplioribus. — *Teniola* nulla.

44. **C. obliquatum** C. Muell., in *Journ. Mus. Godeff.*, 1873.
Océanie : Iles Samoa et Tonga (Græffe).

22. **C. occidentale** Besch. (*sp. nova*).
C. Afzelii Mitt., in *Journ. of the Linn. Soc.* 1863.
Afrique : Ile du Prince (Mann, hb. Kew).

A *C. Afzelii* differt : foliis normalibus linguatis latissime acuminatis basi latiore subcuneiformi haud longe obovatâ, teniolis tantum obsolete basilaribus haud ad apicem usque productis, cancellinâ cellulis quadratis maximis 4 seriatis subrectangulâ non obovatâ ; foliis anomalis apice proboscideis marginatis non cylindricis denudatis.

8. **C. omanicum** Besch. (*sp. nova*).
Asie : Mer d'Oman, îles Laquedives (Mœstigator).

Habitu *C. Hampei* sat simile, sed longe distat. Caulis inferne subdenudatus apice ramosus. Folia sicca dense cirrhata madida erecto-patentia e rufescente lutescentia, basi majore late et breviter cuneatâ, late linguata, apice rotundato-mucronata, integerrima, cellulis grossis quadratis dorso prominulis circum cancellinas majoribus pellucidis sed utriculi primordialis vestigio notatis, costa crassa dorso papillosa sub apice deficiente. — Teniola nulla. — Cancellina exacte rectangula vaginâ brevior cellulis maximis 7 seriatis rectangulis.

Cette espèce se rapproche aussi du *C. Dozyanum*, mais elle en diffère par ses feuilles largement arrondies au sommet, obtusément mucronées et par les cancellines à cellules beaucoup plus amples.

159. **C. orientale** Mitt. Mss. in herb.
Océanie : Malaisie, Labuan, Bornéo (Motley).
47. **C. orthophyllaceum** C. Muell., in *Abhand. Bot. ver. d. prov. Brandenburg*, XXXI, p. 67.
Afrique : Gabon, Scibange (Büttner).
† **C. pachyloma** Hpe, in *Linnæa*, 1876, p. 247.
Afrique : Iles Comores, Anjouan (Hildebrandt).

Je n'ai pu me procurer cette espèce.

10. **C. pachyneurum** C. Muell., in *Journ. Mus. Godeff.*, 1873.
Océanie : Ile Tonga (Græffe).
29. **C. Palisoti** Schwægr., Suppl. I, sectio posterior, p. 334, e parte.
Cryphium vaginans Palisot Mst.
Afrique : Oware (Palisot-Beauvais).

Comme je l'ai exposé dans l'introduction, le *C. Palisoti* s'est trouvé dès ses débuts confondu avec une série d'espèces qui lui étaient complètement étrangères, à tel point que Schwægrichen, dans son herbier, a collé sous les lettres *a*, *b*, *c*, *d*, de la même feuille, quatre séries d'échantillons étiquetées *C. Palisoti* et qui, d'après la légende placée au bas de la feuille, proviennent des localités suivantes, savoir :

a. Guyane, Richard.
b. Guyane, L. C. Richard.
Afrique, Oware, Palisot.
c. Java, Reinwardt.
d. Moluques, Gaudichaud.

Les exemplaires de la Guyane que j'ai examinés appartiennent au *C. Richardi* C. Müller, ceux de Java au *C. platycinclis* Nob. (*Sp. nov.*), ceux des Moluques au *C. Moluccense*, Schwgr. Quant au *C. Palisoti*, tous les échantillons qui portent la lettre *b* sont de la Guyane. Heureusement que j'avais dans ma collection un échantillon, nommé par W. Arnott *C. Palisoti*, provenant de l'herbier Maille, et qui était identique à celui qui était conservé dans la collection Delessert et que M. J. Müller a bien voulu me communiquer. Il m'est donc possible de reconstituer aujourd'hui le *C. Palisoti* et de lui faire reprendre sa place dans la nomenclature. En voici la diagnose :

Caulis basi fasciculatus plerumque simplex, vix centimetro longus, aterrimus. Folia madida erecto-patentia, siccitate erecto-incurva, basi vix latiore elongatâ elliptico-lanceolata apice late acuminata vel mucronata, integerrima, cellulis quadrato-rotundis lævibus dorso prominentibus, margine hic illic incurva, costa angusta nigrescente fere lævi infra apicem finiente. — Teniola basi lata 5-6 cellulata flavidula, supra laminæ viridis medium evanida bicellulata. — Cancellina anguste rectangula vaginâ brevior cellulis rectangulis, majores 4-5 inæqualiter seriatæ; cellulæ marginales basi infima uniseriatæ hyalinæ minute quadratæ.

Le *C. Afzelii* diffère du *C. Palisoti* notamment par ses feuilles à base ovale très allongée, dentées vers le sommet et à la partie ventrale, par ses ténioles plus étroites et par ses cancellines ovales très longues et occupant la partie basilaire. Dans les feuilles anomales la nervure reste cylindrique tandis que dans le *C. Palisoti* elle est en forme de trompe d'éléphant.

C. **Palisoti** Dz. et Molk., Bornéo, hb. Dozy-Boulay (Korthals) = *C. Boulayi* Nob.
C. **Palisoti** Schgr., in herb. Schwægrichen, herb. Duby-Boissier (de Chamisso, mer du Sud). = *C. Chamissonis* Nob.
C. **Palisoti** Schwgr. in herb. Schwægrichen (Java, Reinwardt). = *C. platycinclis* Nob.
C. **Palisoti** Wils., Java, hb. Wilson, n° 1258. = *C. Geppii* Nob.
— — n° 1259. = *C. Hampei* Dozy et Molk.
C. **Palisoti** Wils., Singapour, hb. Wilson, n° 1250. = *C. punctulatum* Hpe.

28. C. **pallidum** Mitt., in *Royal Soc. Philos. Trans.*, vol. 168, 1879, p. 388.
Afrique : Ile Rodriguez (Balfour).

122. C. **palmicola** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Ile de Nossi-Comba, Anketsabe, sur les Palmiers (R. Caillé, hb. de Poli).

Laxe cespitosum, elatum (2 cent. longum) ramosum. Folia sicca cirrhosa madore erecto-patentia patulave ob vaginam longam hyalinam læte albido-viridia, basi vaginantia latiore late obovatâ ventri acute serratâ, late ligulata margine hic illic sinuosa incurva late acuminata apice dentato-serrata, cellulis in lamina viridi quadratis dorso papillosis versus basin grosse rotundatis, costa acute verrucosa sub acumine finiente. — *Teniola* ventralis 3-4, basilaris 4 cellulata flavida cellulis marginalibus ventri biseriatis pellucidis, externa serrata. — *Cancellina* late obovata totam vaginam occupans apice rotundata, cellulæ duplo longiores quam latiores 20-25 seriatæ, cellulis chlorophyllosis nonnullis ad costam inter cancellinas descendentibus. Folia perichætialia duplo minora laxe convoluta latissime acuminata apice recurvata serrulata, costa dorso ramentosa papillosa. Capsula in pedicello 5 millim. longo rubro lævi elliptica, 2 millim. longa, ætate nigricans, operculo longe conico. Calyptra albescens 5-6 mill. longa plicis serratis ramentosis apice tuberculosa.

Cette très belle espèce offre le port du *C. leucocoleos*, des monts Cameroun, et par la forme de ses feuilles elle se rapproche du *C. decolorans*, de Mayotte; mais elle se distingue de cette dernière par ses feuilles blanchâtres à la gaine, d'un vert gris dans la partie supérieure où elles sont presque planes, non tubuleuses ou cucullées, par les cellules des cancellines rectangulaires une fois plus longues que larges, non carrées dans toute la largeur de la feuille, ainsi que par les ténioles plus étroites à la partie élargie de la gaine et à la base infime.

23. C. **Panamæ** Besch. (*sp. nova*).
Amérique centrale : Panama (Duchassaing, 1850).

Elatum, fasciculatum, 2 centim. altum inferne rufescens superne fusco-viride, ramosum. Folia sicca erecto-flexuosa crispula madore erecto-patentia, basi latiore late cuneatâ margine serrulatâ, linguata late acuminata in lamina viride integerrima, cellulis grossis rotundatis dorso prominulis, costa præcipue in foliis anomalis crassa dorso valde tuberculose papillosa. — *Teniola* basilaris et ventralis 5 cellulata flavida, supra bicellulata longe producta. — Cancellina lata vaginam totam occupans cellulis 15 seriatis quarum 6-7 majores æquilongæ. Folia anomala sub apice plano leniter incurva discoidea.

Dans le groupe dont fait partie cette mousse on ne trouve en Amérique que le *C. disciforme* et le *C. Hookeri* qui présentent tous les trois des feuilles linguiformes largement acuminées, plus ou moins obtuses au sommet, à cellules chlorophylleuses carrées-arrondies, proéminentes sur le dos. Mais le *C. Panamæ* diffère de ces deux espèces par la gaine largement cunéiforme à cancellines beaucoup plus larges, formées de 15 séries de cellules carrées au sommet, rectangulaires vers la base, tandis que les *C. Hookeri* et *C. disciforme* ont les gaines oblongues plus étroites, les cancellines formées seulement de 8-10 séries de cellules hyalines.

6. **C. Pandani** C. Muell., in *Engler's Bot. Jahrb.*, 1883, p. 87.
Océanie : Mer de Banda, île de Lucepara (Naumann).

C. parasiticum (Sw.).
Bryum parasiticum Sw. *Prodrom. Fl. ind. occid.*, 1801, p. 139; Brid., in *Muscolog. recens.*, II, p. 111, 1803; p. 54.
Anictangium parasiticum Brid., *Species musc.*, 1806, I, p. 270.
Encalypta parasita Sw., *Flor. ind. occid.*, 1806, III, p. 1759; Schwægrich., *Suppl.* I, 1811, p. 60, tab. XVII.
Glyphomitrium parasiticum Brid., *Mantissa*, 1819, p. 31.
Calymperes parasiticum Hook. et Grev., in *Brewst Edimb. Journ.*, I, p. 131, 1824.
Brachypodium parasiticum Brid., *Bryol. univ.*, 1826, I, pp. 149, 718; C. Müller, *Syn.* I, p. 750.
Calymperes parasiticum (Sw.) Lindb. in *Ofvers. af k. Vet. Akad.* Föhr., 1864, n° 10, p. 604; Mitt. *Musc. austr. amer.*, p. 127.
Amérique : Jamaïque (Hispaniola) Swartz legit. = *Syrrhopodon parasiticus* (Swartz).

Tous les auteurs reconnaissent que cette espèce a un péristome court composé de 16 dents irrégulières; S. O. Lindberg constate que les feuilles sont bordées d'un limbe étroit, d'un jaune doré, disparaissant avant le sommet, et Swartz dit que la coiffe est fendue d'un côté. Ces caractères suffiraient pour la classer dans le genre *Syrrhopodon*, mais il y a en outre un autre caractère qui vient s'ajouter aux précédents; les feuilles sont bordées d'une bande de cellules hyalines *marginale* et non *intra-marginale*, ce qui n'arrive jamais dans les *Calymperes* et qui se présente toujours dans les espèces de *Syrrhopodon* de la section *Eusyrrhopodon*.

D'après ce qui précède on ne saurait maintenir le *Bryum parasiticum* Sw. dans le genre *Calymperes*.

116. **C. peguense** Besch. (*Sp. nova*).
C. moluccense (Herb. Jæger-Boulay).
Asie : Birmanie, Pegu, Yomah (S. Kurz, n° 2928 *b*); in Hb. Hampe, sub *C. moluccensi* Hpe.

Caulis simplex, humilis, vix 5 mill. longus, nigrescens apice fusco-luteus. Folia sicca erecto-arcuata madore patentia, linguata, basi elongatâ ovatâ vix latiore, rotundo-acuminata, integerrima, margine e medio incurva, cellulis quadratis chlorophyllosis lævibus sed dorso prominulis, costa angusta omnino lævi. — *Teniola* longa infra apicem obsoleta cellulis triseriatis flavidis; cellulæ marginales ventri biseriatæ externæ dentiformes. — Cancellina rectangularis lata e cellulis 12-15 seriatis angustis rectangulis composita. Folia anomala duplo longiora apice proboscidea cellulis costaque dorso grosse tuberculosis.

Cette espèce se rapproche par la forme des feuilles du *C. Kurzianum* d'Andaman, mais celui-ci s'en éloigne par les cellules hexagonales de la lame verte, par les ténioles plus courtes et par les cancellines composées de 3-4 séries de grandes cellules rectangulaires. Elle ne saurait d'ailleurs être confondue avec le *C. moluccense* qui est nettement caractérisé par la *vagina* cunéiforme, par les ténioles plus larges et les cancellines obovées.

52. **C. Perrottetii** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Sénégambie *ad cortices*, 1824 (Perrottet, in herb. Montagne, sub *C. Afzelii*).

Planta mascula pusilla, rufescens. Folia sicca erecto-arcuata madore patentia, vagina obovatâ latiore linguata, apice rotundo-acuminata, margine incurva e medio eroso-dentata, cellulis chlorophyllosis quadratis dorso subtiliter papillosis, costa angusta dorso rugosa apice dentata. — *Teniola* tricellulata flavida ventri cellulis quadratis viridibus 10 seriatis, exterioribus dentiformibus marginata, fere ad apicem incrassata. — Cancellina late scalariformis cellulis maximis 10 seriatis minoribus 5-6. Perigonia acute gemmacea.

135. **C. Pintasii** C. Muell. Mss.
Afrique : Ile San Thomé (Fr. Pintas, in herb. C. Mueller, sub *C. Thomeano* Broth.).

134. **C. platycinclis** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Java (in hb. *Mus. Lugd. Batav.*, sub *C. moluccensi*).

Associé à *C. Boulayi*, mais différent par ses feuilles pourvues d'un *teniola* disparaissant avant le sommet et d'une gaine longue, obovée, non cunéiforme.

131. **C. platyloma** Mitt. in *Musci austro-amer.*, p. 128.
Amérique : Guyane anglaise (Appun).

82. **C. Polii** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Ile de Nossi-Comba (Herb. H. de Poli).

Foliorum forma et structura *C. decoloranti* affine sed colore intense viridi, habitu Trichostomoideo valde diversum. Folia sicca incurvo-circinata, costa valida dorso albida nitida *Barbulam nitidam* simulante, madore erecto-patentia superiora læte viridia, basi latissime et longe cuneatâ; lamina viridis margine ad unum latus incurva e medio serrulata apice ob cellulas angulo superiore prominente subtiliter serrulata, cellulis chlorophyllosis quadratis dorso prominentibus areolata, costa dorso tuberculosa. — Teniola flavida e basi fere ad apicem continua ventralis basilarisque 6 cellulata. Cancellina late et breviter scalariformis cellulis quadratis (maximis) angustioribus 6 seriatis, basi e serie unica cellularum rhomboidearum rotunde prominentium marginata.

148. **C. porrectum** Mitt., in *Musci samoan.*, p. 172.
Océanie : Ile de Samoa (Powell).
15. **C. Principis** Broth., in *Bol. de Soc. Brot.*, VIII, 1870, p. .
Afrique : Ile du Prince (Quintas, n° 6).
48. **C. prionotum** Besch. (*sp. nova*).
Syrrhopodon Kurzii Hpe Mss.
Asie : Birmanie anglaise, Nathung, alt. 2300^{m} env. (S. Kurz, 7 janvier 1871, n° 3410).

Cette mousse figure dans l'herbier Hampe avec cette note :
« A S. *Gardneri* simillimo differt, cellulis angulato-rotundatis punctatis « papillatis, foliis dorso scabriusculis, et theca vetusta striata ».
Folia basi longe ovatâ ligulato-lanceolata, acute acuminata e medio geminatim ad apicem simpliciter serrulata, cellulis chlorophyllosis quadratis parietibus crassis apice indistinctis areolata, costa dorso papillosa. — *Teniola* tantum basilaris 4 cellulata supra cancellinas obsoleta, cellulis marginalibus ventri serrato biseriatis basi infimâ uniseriatis rectangulis pellucidis. — *Cancellina* breviter et late scalariformis cellulis quadratis 10-12 seriatis.

C. pulvinatum Mitt., in *Report. Voy. of Challenger*, 1885, part. III, p. 42.
Afrique : Ile de l'Ascension. = *C. Ascensionis* C. Muell. 1883!
117. **C. punctulatum** Hpe, Mss., in herb. Hampe.
Asie : Ile Nicobar, Katschall, Kamarta, Tring (S. Kurz, n^{os} 3861 et 3863); Singapour (Wallich, in hb. Wilson, n° 1250, sub *C. Palisoti*).

« Dense pulvinatum humile, humide erecto-patenti-rigidum fastigiatum, « siccum contractum curvatum. Caulis subsimplex undique dense patenter « foliatus basi fuscatus apice læte croceus (?). Folia basi vaginantia cuneata « antice rufescente latius versus basin pallidius e cellulis 6 seriebus an- « gustis limbata, ab margine ad medium vaginæ gradatim cellulis rectan- « gulis majoribus, ad costam maximis isabellino-pellucida reticulata; « lamina concava lanceolata obtusa, latere limbo solido tereti rufescente « incrassata integerrima; nervo percursa crasso rufescente demum plus « minusve exserta anomala cellulis laminæ dense aggregatis chlorophyllosis « punctatis subopaca vix rufescente diaphana. *Calymperes Hampei* Bryol « Jav. proximum videtur. Statu rigidiore et foliis strictis densius reticulatis « punctatis dignoscitur. » Hampe Mss.
A cette diagnose posthume de l'auteur, nous ajouterons :
Affine *C. Nicobarensi*. Folia caulina breviora late et rotundate acuminata apice ob cellulas angulo superiore prominulo papilloso subcrenato-denticulata, margine e basi ad ventrem hyaline serrata. — *Teniola* fere ad apicem usque continua ventralis flavida 3, basilaris 4 cellulata. — Cancellinæ latiores obovatæ cellulis 8 seriatis quadratis, 8 rectangulis angustioribus, marginalibus uniseriatis hyalinis rhomboïdeis dentatis.

C. pungens C. Muell., in *Engler's Bot. Jahrb.*, 1883.
Océanie : Ile d'Amboine (Naumann) †.

88. **C. Quintasi** Broth., in *Boll. de Soc. Brot.*, VIII, 1890.
Afrique : Ile de San Thomé (Quintas).

83. **C. Rabenhorsti** Hpe et C. Muell., in *Flora*, 1886, p. 512.
Afrique : Guinée, Lagos (Rabenhorst fils).

156. **C. recurvifolium** (Wils.) Mss. in herb., nº 3823, sub *Syrrhopodonte*.
Asie : Singapour (Wallich, nº 48).

Caulis uncialis ramosus. Folia madida patentia, 4 mill. longa, basi latiore late obovatâ, late lanceolata acute acuminata, inferne integerrima e medio dentibus acutis pluricellulatis ad apicem minoribus serrata, cellulis punctiformibus haud serialis areolata, costa angusta lævi infra apicem evanida. — Teniola flavida ad ventrem 3, basi 6 cellulata ; cellulæ marginales ventrales quadratæ chlorophyllosæ 12-15 seriatæ, basi infima 3 seriatæ rectangulæ hyalinæ. — Cancellina maxima obovata cellulis quadratis 20 seriatis composita.

118. **C. reduncum** Kiær, Mss. in Wright (*Catal.Moss. of Madag.*, in *Journ. of Bot.*, 1888, p. mém.).
Afrique : Ile de Madagascar, Betaforona, juillet 1882 (Borgen).

Laxe cespitosum, 1 centim. longum. Folia sicca basi albicante erecta apice viridi squarrosa madore erecto-patentia, basi latiore ovatâ linguata apice rotundato integerrima quoad laminam viridem, cellulis quadratis acute papillosis areolata, costa e medio vaginæ ad summum dorso papillosa. — *Teniola* bicellulata supra medium continua, cellulis marginalibus ad ventrem uniseriatis serrulatis. — *Cancellina* obovata cellulis circiter 12 seriatis serie costali aliis breviore.

158. **C. retusum** Besch. (*sp. nova*).
Syrrhopodon heterophyllus Lac. in *Bryol. jav. Suppl.*, 1870, p. 223, non Mitten.
Océanie : Banca (herb. Lacoste, in hb. *Lugd. batav.*).

Sande Lacoste signale (l. c.) comme ayant été récolté à Banca le *Syrrhopodon heterophyllus* Mitt. qui se rapporte à une mousse de Ceylan récoltée par Gardner et portant le nº 135. Nous avons dit plus haut à l'article *Calymperes heterophyllum* que cette dernière mousse était un *Calymperes* et non un *Syrrhopodon*. Quant à la plante de Banca dont nous avons pu nous procurer un échantillon authentique, elle appartient aussi au genre *Calymperes* et elle diffère de la plante de Ceylan par les caractères suivants :
Les cellules de la lame verte sont irrégulières et non disposées par séries longitudinales; les feuilles sont denticulées depuis le milieu, plus longues au sommet, lequel est plus infléchi en arrière; les ténioles sont moins larges à la partie élargie de la gaîne où elles sont bordées d'une seule série de cellules dentées au lieu de 4-6 séries de cellules carrées ; les cancellines enfin sont beaucoup plus larges et sont constituées par 15-20 séries de cellules rectangulaires plus étroites.

136. **C. rhypariophyllum** C. Muell., in *Flora*, 1886, p. 512.
Afrique : Près du Niger, Bouny (Mönkemeyer).

120. **C. Richardi** C. Muell., *Synop. musc.*, I, p. 524.
Amérique septentrionale : Floride (Donnel Smith, mars 1877, sub *C. Donnello*, Aust. in herb. Austin).

Amérique australe : Guyane française (Poiteau, Le Prieur); Amazones (R. Spruce, nº 18).

C. Richardi Mont., Madagascar (Goudot). = *C. Borgenii* Kiœr.
— Mont., Pulo-Pinang (Delessert). = *C. Delesserti* Nob.
— Aust. Amer. sept., *Musc.*, *Appal.*, nº 489. = *C. disciforme* C. Mull.

C. Richardi var. *Donnelli* Sull. et Lesq., *Manual*, p. 184. = *C. Donnelli* Aust.

C. Richardi Mont., Guyane (Le Prieur, nºs 314, 316, 317). = *C. Melinoni* C. Muell.

35. **C. Robillardi** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Ile Maurice (Robillard).

Cespites laxi ramosi, 2-3 cent. longi fusciduli. Folia sicca cirrhato-incurva madore subpatentia, basi latiore elongate ovatâ linguata apice late et obtuse acuminata integerrima, cellulis quadratis chlorophyllosis dorso subtiliter papillosis areolata, costa dorso vix papillosa. — Teniola nulla, cellulis marginalibus ad ventrem dentiformibus. — Cancellina breviter scalariformis, cellulis superioribus quadratis inferioribus rectangulis maximis 4, angustioribus 10 seriatis; cellulæ marginales basi uniseriatæ quadratæ pellucidæ.

61. **C. rotundatum** C. Muell. (in *Exsicc.* Dusen).
Afrique : Mont. Cameroun (Dusen, nº 53).

C. rotundatum Besch., in Paris, *Index bryologicus*. Tahïti = *C. Angstroemii* Nob.

62. **C. rufescens** Besch. (*sp. nova*).
Antilles : Sur l'écorce du *Quassia officinalis* (sic) (Richard, in herb. Schimper, Hb. *Roy. Gard. Kew*).

Dense cespitosum, pumilum, atro-rufescens. Folia sicca cirrhata madore erecta, basi latiore ovatâ linguata apice rotunda, integerrima sed cellulis quadratis papillosis subtiliter dentiformibus marginata, anomala convoluta tubulosa, costa dorso tuberculosa. — Teniola longa flavida in tota vagina 2-3 cellulata, cellulæ marginales ad ventrem quadratæ 5 basi 2 seriatæ. Cancellina eleganter scalariformis cellulis quadratis majoribus 10-12 seriatis.

C. rupestre C. Muell., in *Exsicc.* Dusen.
Afrique : Mont. Cameroun (Dusen, nº 53).

152. **C. salakense** Besch. (*sp. nova*).
C. heterophyllum Hpe, Mss. in *Bryol. jav.*, Suppl., 1870, p. 223;
C. fasciculatum var. *heterophyllum* Lac. in *Bryol. jav.*
Océanie : Ile de Java, mont Salak, près Buitenzorg, alt. 400 mètres (S. Kurz).

C. fasciculato valde simile sed foliis brevioribus et latioribus acutius cuspidatis, vagina longe ovata, cancellinis late et breviter scalariformibus cellulis hyalinis majoribus rectangulis 10-12 seriatis; teniola tricellulata flavida supra vaginam obsoleta; cellulæ ventrales inter teniolam et marginem suberosum 6-7 seriatæ basi infima cellulis biseriatis longe rectangulis pellucidis marginata.

51. **C. samoanum** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Ile Samoa (Powell, sub *C. Dozyano* Mitt.).

Comme nous l'avons dit plus haut (*C. Dozyanum*), il est assez difficile d'être fixé sur ce que les bryologues entendent par *C. Dozyanum*. Nous avons adopté le type de Java qui figure dans la collection Dozy sous le nom de *C. moluccense* et qui se rapproche le plus de la figure donnée sous ce nom dans le *Bryologia Javanica* (tab. 37), puisque d'après M. Mitten cette dernière espèce représente le type du *C. Dozyanum*. S'il en est ainsi la mousse de Samoa en diffère d'une manière assez notable.

Le *C. Dozyanum* de Java n'a pas de *teniola*, a les cancellines rectangulaires composées de 6-7 séries de cellules hyalines à peu près de la même longueur et les feuilles acuminées pointues au sommet.

Le *C. samoanum* est pourvu d'un *teniola* basilaire assez court; les cancellines sont scalariformes composées de 10-12 séries de grandes cellules dont les 2 ou 3 voisines de la nervure sont à peu près de la même longueur, les autres diminuant de longueur vers la marge en simulant une sorte d'escalier; les feuilles normales en outre sont complètement arrondies au sommet.

11. **C. Sanctæ-Mariæ** Besch., in *Flor. bryol. Réunion*, etc.
Afrique : Ile Sainte-Marie de Madagascar (Boivin; Ed. Marie, nos 1, 39).

133. **C. Sandeanum** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Malaisie, île de Bornéo (Van Oorschot, hb. Lacoste, sub *C. Moluccensi*).

A *C. moluccensi* satis simile, foliis tamen angustioribus basi ovatis haud cuneatis, teniola angustiore ad ventrem 3 non 4 ad basin 3 non 6 cellulatâ, cellulis marginalibus e ventre ad basin serrulatis haud dentiformibus, cancellina e cellulis quadratis 10-12 seriatis composita.

169. **C. saxatile** C. Muell., in *Exsicc.* Dusen.
Afrique : Monts Cameroun (Dusen, n° 94).

50. **C. scaberrimum** Broth., in *Ofvers...*, 1893.
Océanie : Nouvelle-Guinée (Micholitz, Kaernbach, in hb. C. Mueller, sub *C. subchamæleonteo* C. M.

150. **C. scalare** Besch. (*sp. nova*).
C. heterophyllum Hp. Mss.
Océanie : Philippines, île Basilan (Semper).

« Laxe cespitosum humile alboviride. Caulis basi ramosus subfastigiatus. « Folia e basi longe vaginante albescente cuneata hyalina (cellulis teneris « exacte quadratis), lamina lingulata cellulis densissimis minimis punctatis « conflatis inconspicua, tota folia limbata limbo usque ad vaginam remote « serrata, nervo crasso flavescente percurso apiculata. Foliis anomalia « limbo confecto in costam incrassatam reducto crassiorem. *C. Hampei* « Doz. et Molk. affine. »

A cette diagnose posthume du *C. heterophyllum* Hpe, non Mitt., nous ajouterons :

Folia supra vaginam angustiora apice latiore acute acuminata dentibus maximis pluricellulatis simpliciter serrata; costa infra acumen acutum evanida; vagina obovata. — Teniola ventralis et basilaris flavida 3 cellulata, cellulis marginalibus ad ventrem 12 seriatis minute quadratis, (externa integra), basi infima triseriatis rectangulis. — Cancellina breviter et late scalariformis e cellulis 15 seriatis quadratis brevibus composita.

87. **C. secundulum** C. Muell., in Exsicc. Dusen.
Afrique : Monts Cameroun (Dusen, nº 154).
3. **C. semimarginatum** C. Muell., in *Engler's Bot. Jahrb.*, 1883, p. 187.
Océanie : Malaisie, île d'Amboine (Naumann).
54. **C. Semperi** Hpe Mss. in herb.
Océanie : Iles Philippines (Dr Semper).

Folia minuta elliptico-ligulata basi vixlatiore breviter ovatâ apice rotundo-acuminata, integerrima, costa dorso acute papillosa. — *Teniola* brevis 4 cellulata flavida supra cancellinam obsoleta; cellulis marginalibus ad ventrem biseriatis pellucidis dentatis. — Cancellina anguste scalariformis cellulis subrectangulis majoribus 5-6 seriatis.

151. **C. serratum** A. Br. in C. Muell., *Syn. Musc.*, I, p. 527.
Océanie : Ile de Java (Zollinger, hb. Dozy).
163. **C. setifolium** Hpe Mss. in herb.
Océanie : Iles Philippines, Basilan (Dr Semper).

« Subacaule. Folia loriformia, basi vaginante oblongo-lanceolata, cellulis « intermediis laxis quadratis pellucidis lamina foliacea lutescente circum- « data, latere parce superne cristato dentato medio contracta setiformia « (costa fere denudata) superne sphathulato-dilatato lineari lanceolata « basi decurrente attenuata latere parce limbata in acumine limbo eva- « nescente serrata costa solida rubra apice parce incrassata excedente « percursa, cellulis in superiore parte (foliorum) laeviter papillosis rotun- « datis dense conflatis opacis; folia lutescente transparentia. Caetera « desunt.

« Ab *Calympere serrato* A. Br. differt : foliis longioribus basi longius « vaginantibus cellulis intermediis laxioribus lamina foliacea superne « cristato-dentata circumdatis, folii medio attenuato (costa solida fere « denudata relicta) in superiore parte folii latere parce limbata, cellulis « conflatis lutescente transparentibus (nec pallidis diaphanis). Hampe. »

Cette espèce est très voisine du *C. æruginosum* de la même localité; elle n'en diffère que par un port plus élancé, des feuilles plus longues, à nervure plus longuement dénudée vers le milieu de la lame verte; les ténioles à peine marquées à la base ne reparaissent qu'à partir du point où la lame foliaire reprend sa largeur normale; les cancellines sont plus longuement scalariformes et la marge de la gaine est garnie de dents plus fortes et plus aiguës.

63. **C. setosum** C. Muell., in *Journ. Mus. Godeff.*, 1871, p. 64.
Océanie : Samoa (Græffe).
69. **C. Seychellarum** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Iles Seychelles, Mahé (Ed. Marie, nº 2).

C. Nossi-Combæ affine sed foliis normalibus magis elongatis angustioribus obtuse acuminatis haud apice rotundatis, teniola augustâ tricellulata, cancellinæ cellulis basi rectangulis cellulis marginalibus ad ventrem triseriatis.

77. **C. Sprucei** Besch. (*sp. nova*).
Amérique australe : Brésil (Spruce, nº 20, e. p.).

R. Spruce a distribué sous le nº 20, dans ses exsiccata des *Musci Amazon. et Andin.*, un *Calymperes* qui a été rapporté par M. Mitten au *C. erosum* C. Muell. de Surinam (Kegel nº 539). L'échantillon que possède le Muséum d'histoire naturelle de Paris, ne se rapporte pas entièrement au type. Il est vrai que le n° 20, d'après les *Musci Austro-Americani*, p. 128, comprend des échantillons récoltés entre autres dans le bassin de l'Amazone, dans celui de l'Arépécuru et dans ceux du Rio-Negro et du Casiquiari. Il se peut que tous les échantillons soient identiques, mais en tous cas celui que j'ai sous les yeux diffère de la mousse de Kegel (n° 539) par les feuilles normales longuement acuminées, à pointe obtuse fortement dentée en scie, à base ovale non cunéiforme, à cancelline composée de 8-9 séries de cellules hyalines au lieu de 12-15, à téniole moins large dans la partie inférieure, où elle est bordée d'une seule série de cellules à articulations rectangulaires, tandis que dans le type cette bande de cellules marginales a les cellules rhomboïdes.

96. **C. stenogaster** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Ile de Java, juin 1844 (Hb. Schimper, in herb. R. G. Kew).

Planta laxe cespitosa, circiter 2 centim. longa, plerumque simplex, fuscidula. Folia sicca erecto-incurva, madore patentia, basi longe ovatâ latiore lanceolata apice anguste et acute acuminata, margine denticulata, cellulis quadratis chlorophyllosis dorso papillosis areolata, costa angusta dorso tuberculosa. — *Teniola* e basi ad summum fere continua ventralis 4, basilaris 3-cellulata; cellulæ marginales virides quadratæ ad ventrem 4 basi 1-seriatæ rectangulæ pellucidæ. — *Cancellina* longe ovata breviter scalariformis cellulis maximis subquadratis 6-seriatis, ad teniolam 3-5 seriatis anguste rectangulis. Folia perichætialia duplo minora apice serrulata. Capsulæ pedicellus ruber, lævis, 4 millim. longus. Calyptra plicis serrulata apice tuberculosa.

102. **C. stylophyllum** C. Muell., in *Engler's Bot. Jahr.*, 1883, p. 85.
Océanie : Nouvelle-Guinée (Naumann).
49. **C. subchamæleonteum** C. Muell., Mss.
Océanie : Nouvelle-Guinée (Kaernbach). = *C. scaberrimum* Broth.
C. subdisciforme C. Muell., in *Exsicc.* Dusen.
Afrique : Monts Cameroun (Dusen, n° 500). = *Syrrhopodon.* Marge hyaline très prononcée composée de 3 séries de cellules et de 7 à la base.
C. tahitense Mitt., in *Musc. Vitian.*, 1871, p. 390. = *Syrrhopodon tahitensis* Sull.
C. tahitense Lindb. fide Angström, in herb. = *C. Angstroemii* Besch.
C. tenellifolium C. Muell., in *Exsicc.* Dusen.
Afrique : Monts Cameroun (Dusen, n° 432). = *Syrrhopodon;* marge hyaline très longuement ciliée au milieu de la feuille.
56. **C. tenellum** C. Muell., in *Exsicc.* Dusen.
Afrique : Monts Cameroun (Dusen, n° 419).
I. **C. tenerum** C. Muell., in *Linnæa*, 1871-1873, p. 32.
Asie : Calcutta (S. Kurz.).
167. **C. Thomeanum** C. M. in *Flora*, 1886, p. 286.
Afrique : Ile San Thomé, 1000 m. (Hb. C. Mueller; Herb. Brotherus sub. *C. longifolio* Broth., 1889.)

Cette espèce fait partie de la section *Eucalymperes;* il ne saurait donc y avoir aucune confusion avec le *C. Thomeanum* Broth. qui rentre dans la section *Hyophilina.*

C. Thomeanum Broth.? in hb. C. Mueller, 1889.
Afrique : San Thomé (Pintas). = *C. Pintasi* C. Muell.

81. **C. Thompsoni** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Ile de Madagascar (Thompson, 1827-1829; in herb. British Museum).

A C. decoloranti habitu proximum, sed differt : foliis ob margines longe involutos tubulosis apice rotundatis in lamina viridi toto ambitu acute serrulatis, cellulis quadratis dorso magis papillosis, teniolis flavidis 2-3 cellulatis, cancellinâ breviore scalariformis cellulis majoribus 4-6 gonis, margine ad ventrem unicellato serrato.

125. **C. Thwaitesii** Besch. (*sp. nova*).
Asie : Ceylan (Thwaites, n° 62 e. p.).

Cette espèce était confondue avec plusieurs autres sous le nom de *C. varium.* Nous avons dit plus haut que sous ce nom se trouvaient les *C. bryaceum*, *C. contractum* et *C. Thwaitesii.* Si nous prenons comme type du *C. varium* Mitt., l'échantillon récolté par Parish à Moulmein ainsi que l'indique M. Mitten dans la partie botanique de l'ouvrage intitulé : *Burmah, its people and productions*, 2e éd., 1883, nous constaterons que la mousse de Ceylan (n° 62) qui correspond le mieux au *C. varium* est le *C. Thwaitesii;* il en diffère cependant par les caractères suivants :

Folia basi latiore fere circulari, cellulis ad ventrem 12-15 seriatis quadratis minutis chlorophyllosis externis dentiformibus ad basin infimam quadratis majoribus hyalinis biseriatis marginata. *Teniola* angustior 3-4 cellulata in parte viridi superiore incrassata geminatim eroso-dentata.

Les *C. varium* et *C. Thwaitesii* font partie du même groupe : cancellines obovées, téniole longue se continuant jusqu'auprès du sommet de la feuille, mais dans le *C. varium*, de Moulmein, les ténioles sont plus larges, composées de 5-6 cellules au ventre et de 6 à la base, les cellules marginales du ventre sont hyalines, plus grandes, carrées ou rectangulaires au nombre de 5-6 séries dont la marginale est formée de cellules distinctement dentées en scie; à la base inférieure la téniole est bordée d'une seule série de cellules pellucides rectangulaires.

C. Uleanum Broth. in *Hedwigia*, 1895, p. 123.
Amérique : Brésil, près Goyaz (Ule) †.

80. **C. usambaricum** Broth., in *Engler's Bot. Jahr.*, 1894, p. 184.
Afrique orientale : Usambara (Holst).

124. **C. varium** Mitt. in *Burmah, its People and Prod.*, 2e éd., 1883.
Asie : Birmanie anglaise, Moulmein (Parish, in hb Kew). Voir la note relative au *C. Thwaitesii.*

34. **C. Visheri** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Ile de Banca-Neera (Visher, in hb. Geheeb, sub *C. Moluccensi*).

C. tenero Calcuttæ valde simile, quoad foliorum formam, sed diversum folii cellulis chlorophyllosis minoribus papillosis toto ambitu dentiformibus, cancellinis scalariformibus, foliis anomalis apice proboscideis; *teniola* nulla.

Cette mousse ne saurait être confondue avec le *C. Moluccense* dont les feuilles cunéiformes à la base, sont munies d'une téniole bien marquée et de cancellines obovées.

99. **C. Vriesei** Besch. (*sp. nova*).
Océanie : Iles Célèbes, Menahaye van Menado (de Vriese, ♁, in herb. Lugd. Batav. sub *C. Moluccensi*).

Folia longe lanceolata in cylindrum e medio ad apicem convoluta, basi longe ovata vix latiore normalia apice anguste rotundata margine medio incrassata simpliciter et geminatim dentata infra subtiliter papillosa, cellulis chlorophyllosis minutissimis vix distinctis papillosis obscure areolata. *Teniola* flavida ventralis 2, basilaris 3-4 cellulata, cellulis marginalibus ad ventrem 4-5 seriatis quadratis chlorophyllosis ad basin 2-3 seriatis hyalinis rhomboideis, *Cancellina* longe ad costam scalariformis cellulis quadratis brevibus 12 seriatis.

Cette mousse se distingue facilement tout d'abord du *C. Moluccense* par ses feuilles à base ovale non cunéifome et par ses cancellines disposées en escalier, non obovées.

. **C. Welwitschii** Duby, in *Mém. Soc. Genève*, 1871, p. 20, tab. 8.
Afrique : Angola, près Humpata, prov. de Huilla, 4000' (Welwitsch).

Cette espèce, que Duby rangeait avec doute dans le genre *C. Calymperes*, appartient au genre *Syrrhopodon* par sa nervure marginale lamellée et paraît très voisine du *S. Spruceanus*.

144. **C. Wullschlaegelii** Lorenz, in *Moostudien*, 1864, p. 160.
Amérique : Guyane hollandaise, près Pamaribo (Wullschlaegel).

M. Ch. Mueller (in litt.) rapporte cette mousse au *C. Richardi;* M. Mitten (in litt.) croit qu'elle est identique au *C. crenulatum*. Lorentz dit (l. c.) qu'elle est voisine du *C. Cruegeri*. Après l'examen que j'en ai fait, je la considère comme parfaitement autonome.

Elle diffère du *C. Richardi* par ses feuilles plus étroites au sommet, non arrondies, à base ovale ou obovale non cunéiforme, par ses cancellines plus distinctement scalariformes, par ses ténioles plus larges composées de 8 séries de cellules au ventre et de 6 à la base. D'un autre côté, le *C. Cruegeri* a les marges dans la partie moyenne de la lame verte, doublement dentées, le réseau foliaire est composé de cellules éparses non disposées par séries longitudinales, régulières et proéminentes, non papilleuses sur le dos. On ne saurait donc confondre ces deux espèces. Quant au *C. crenulatum*, je n'en ai aucune connaissance et je ne puis par conséquent discuter l'opinion de M. Mitten.

9. **C. zanzibarense** Besch. (*sp. nova*).
Afrique : Zanzibar (Boivin, hb. Mus. Par.).

Dense cespitosum, atro-rufescens, ramosum. Folia sicca erecto-incurva madore subpatentia, basi brevi vix latiore lanceolata apice rotundo-acuminata mucronata, margine in parte viridi revoluto integerrima, costa valida dorso papillosa cellulis superioribus quadratis chlorophyllosis dorso prominentibus inferioribus ad cancellinas majores rectangulis utriculo primordiali hic illic impletis. *Teniola* nulla. — Cancellina rectangula cellulis longe rectangulis 5-6 seriatis. Calyptra fere e basi plicis dentata apice tuberculosa.

Dans le groupe dont fait partie cette espèce et qui se distingue par l'absence de *téniole* et par les cancellines rectangulaires plus courtes que la gaine, on trouve sur 17 espèces, 7 qui sont propres à l'Afrique, presque toutes sur le versant de la mer des Indes. L'espèce qui s'en rapproche le plus est le *C. Sanctæ Mariæ,* mais celle-ci s'en éloigne de suite par ses feuilles ovales, planes, à marge non révolutée, à base plus étroite et par ses cancellines à cellules carrées plus petites.

En terminant cet essai sur le genre *Calymperes*, nous adresserons nos plus vifs remerciements à M. Charles Mueller qui a bien voulu nous donner un échantillon de toutes les espèces renfermées dans son herbier, ainsi que les types de certaines espèces critiques. Nous ne manquerons pas non plus de remercier de leur concours pour l'aide qu'ils nous ont prêtée, tous les bryologues qui nous ont communiqué des espèces ou fourni d'utiles renseignements et notamment MM. Thiselton Dyer, directeur du Jardin Royal de Kew; Carruthers, directeur de la section d'Histoire naturelle du *British Museum;* MM. Wright et Gepp, bryologues attachés à ces établissements, lesquels renferment les herbiers de Wilson, de Schimper et d'Hampe; M. Boerlaye, conservateur du Muséum de Leyde, où se trouvent les types du *Bryologia javanica;* M. le D^r J. Mueller, conservateur de l'herbier de la ville de Genève, et de l'herbier Delessert; M. Autran, conservateur de l'herbier Boissier-Barbey dont les collections Schwægrichen et Duby font partie, ainsi que M. le professeur Van Tieghem, du Muséum de Paris, qui a bien voulu, avec son obligeance habituelle, mettre à notre disposition non seulement les collections bryologiques de cet important établissement, mais aussi l'herbier Montagne si riche en documents originaux.

Clamart, le 1^{er} mai 1895.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES
SUR LA GERMINATION DES SPORES
DU PENICILLIUM GLAUCUM

Par M. PIERRE LESAGE.

Les expériences que je désire exposer ont pour but :

1° De préciser les conditions extérieures nécessaires à la germination des spores (conidies) du *Penicillium glaucum ;*

2° Ces conditions étant remplies, de rechercher les causes extérieures qui peuvent retarder ou empêcher cette germination.

La communication que je vais faire se trouve ainsi tout naturellement divisée en deux parties.

PREMIÈRE PARTIE

CONDITIONS EXTÉRIEURES NÉCESSAIRES A LA GERMINATION DES SPORES DU *PENICILLIUM GLAUCUM.*

Les conditions extérieures nécessaires à la germination des spores des Champignons sont moins bien connues que celles de la germination des graines. En effet, pour ces spores, il faut souvent des milieux particulièrement favorables et variables avec les Champignons. Pour le *Penicillium glaucum*, il suffit de lui fournir de la chaleur, de l'humidité et de l'oxygène, puisque ses spores germent quand ces conditions sont remplies et ne germent plus quand l'une d'elles vient à faire défaut. J'ai fait germer bien des fois, dans ces conditions, les spores semées à nu sur une lame de verre. Le plus souvent, dans mes expériences, j'ai semé ces spores sur goutte de gélatine non additionnée de matières nutritives, le rôle de cette gélatine étant surtout de retenir les spores sur une paroi verticale.

Une notion de quantité se rapportant à ces trois conditions, suivons les variations de chacune d'elles en particulier.

CHALEUR.

M. Wiesner a étudié avec soin l'action de la chaleur sur la germination de ces spores (1). Il me suffit de rappeler brièvement les résultats obtenus. M. Wiesner semait ses spores sur des tranches de citron essuyées au papier buvard et faisait ses cultures à des températures très diverses. Il notait les temps qu'il fallait aux spores pour germer, au mycélium pour devenir appréciable à l'œil nu et pour former de nouvelles spores (conidies).

De cette manière il est arrivé à montrer que la germination ne se fait plus au-dessous de 1°,5 et au-dessus de 43° C. Entre ces limites, les spores germent plus ou moins bien ; l'optimum se trouve vers 22°. Voici, d'ailleurs, les conclusions principales de l'auteur :

1° La vitesse de germination augmente continuellement de la limite inférieure jusqu'à 22° ; à partir de là, elle diminue jusqu'à la limite supérieure (42—43° C), mais toutefois d'une façon discontinue ;

2° La vitesse de développement du mycélium augmente continuellement de la limite inférieure jusqu'à 26° et, de là, elle diminue d'une manière discontinue ;

3° La rapidité du développement des spores augmente et diminue de la même manière ; elle atteint son maximum à 22° C.

---

(1) Wiesner, *Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Entwickelung des* Penicillium glaucum (*Sitzungsb. der kais. Ak. der* Wiss. *Wien*, 1873).

HUMIDITÉ.

D'après le travail précédent, M. Wiesner a établi, par de nombreuses expériences, que les spores germent plus mal, c'est-à-dire moins sûrement et après un temps plus long, sur ou dans une goutte d'eau que sur un substratum placé dans l'air suffisamment humide. C'est encore ce que dit Hoffmann (1), lorsqu'il signale les spores du *Penicillium glaucum* comme germant mieux dans l'air humide que dans l'air saturé (in feuchter Luft als nass) et sur l'eau que dans l'eau.

En présence de ces premiers résultats, je me suis préoccupé de chercher surtout la limite inférieure, c'est-à-dire l'état hygrométrique limite, au-dessous duquel ces spores ne germent plus.

Pour cela, je me suis servi des solutions de chlorure de sodium, en me basant sur les deux données physiques suivantes :

1° La tension de la vapeur d'eau au-dessus des solutions salines est moindre que sur l'eau ordinaire, à la même température, et diminue à mesure que la concentration des solutions augmente. Cette notion est admise couramment.

Elle permet de réaliser des conditions différentes d'humidité, à la même température, en employant des solutions différemment concentrées.

2° A une solution de chlorure de sodium donnée, correspond un état hygrométrique constant, quelle que soit la température. Cette notion permet de rendre comparables, quant à l'action de l'humidité, des cultures de durée très longue, sans avoir la préoccupation, parfois fort ennuyeuse, des variations de température. En outre, on peut calculer rapidement l'état hygrométrique par la formule

$$1 - na,$$

---

(1) Hoffmann, *Untersuchungen über die Keimung der Pilzsporen* (*Pringsheim's Jahrb.*, 1860).

où n est le nombre de grammes de sel dissous dans 100 grammes d'eau et a un facteur constant, égal à 0,00601 pour le chlorure de sodium.

Cette formule se tire de celle de Wülner (1) :

$$d = aT$$

où cet auteur exprime la valeur moyenne de la diminution de tension, n, subie par la vapeur d'eau au-dessus d'une solution de chlorure de sodium à 1 p. 100, en fonction de la force élastique maxima, T, de la vapeur d'eau au-dessus de l'eau distillée, à la même température. Pour une solution à n p. 100, on a :

$$nd = D = naT.$$

La tension de la vapeur d'eau au-dessus de cette solution est donc :

$$T - naT,$$

ce qui correspond à un état hygrométrique égal à :

$$\frac{T - naT}{T} = \frac{T(1 - na)}{T} = 1 - na$$

ou encore, en remplaçant a par la valeur donnée précédemment et calculée par Wülner,

$$1 - n \times 0{,}00601.$$

Utilisant ces données, j'ai donc préparé plusieurs solutions de chlorure de sodium depuis la plus faible jusqu'à la plus forte concentration.

Je les ai mises au fond de vases fermant hermétiquement et dans l'atmosphère desquels j'ai suspendu, après quelque temps, une lame de verre portant une goutte de gélatine ensemencée de spores de *Penicillium glaucum*.

Disons, une fois pour toutes, que les semis comparés provenaient de la même culture fraîche et obtenue pure de tout germe étranger par éliminations successives.

---

(1) Wülner, *Versuche über die Spannhraft des Wasserdampfes aus wässerigen Salzlösungen* (*Ann. de Poggendorff*, t. CIII, p. 529, et CV, p. 86).

En observant, de temps en temps, les spores au microscope, j'ai suivi leur germination dans plusieurs séries d'expériences. En notant l'apparition du tube germinatif avant qu'il ait atteint une longueur dépassant le diamètre de la spore, voici les résultats d'une expérience importante où je comparais six cultures.

La germination a commencé :

Le 1er jour, sur l'eau pure,
6e — la solution à 21,5 p. 100 de chlorure de sodium.
9e — — 23,5 — —
11e — — 26,5 — —

La marche du phénomène, dans ces quatre cultures, montre que la vitesse de germination diminue quand la concentration de la solution saline augmente, c'est-à-dire quand l'état hygrométrique diminue.

Après 171 jours, il n'y avait rien encore de germé au-dessus des solutions à 30 p. 100 et 33,5 p. 100. L'observation avait duré assez longtemps pour permettre de dire que les spores du *Penicillium* ne germent plus au-dessus de ces deux solutions. Cependant elles n'avaient pas perdu leur faculté germinative, puisque, placées au-dessus de l'eau ordinaire, elles ont germé en très peu de temps, d'abord celles qui provenaient de la culture sur solution à 30 p. 100, ensuite celles de la culture à 33,5 p. 100.

L'état hygrométrique caractérisé par la tension de la vapeur d'eau au-dessus de la solution à 30 p. 100 de chlorure de sodium, ne permet plus la germination, il est donc trop faible; celui de la solution à 26,5 p. 100 est encore trop fort pour empêcher complètement cette germination. Si nous les calculons par la formule connue, nous saurons que les spores du *Penicillium glaucum* germent jusqu'à un état hygrométrique limite compris entre 0,82 et 0,84 ; au-dessous, elles ne germent plus.

OXYGÈNE.

D'après les expériences de M. Van Tieghem (1), des spores de *Penicillium glaucum* déposées sur une dissolution de tannin, ne germent pas si on leur interdit rigoureusement le contact avec l'oxygène.

Voici une expérience qui montre que si on enlève à l'air tout l'oxygène qu'il renferme, les spores mises dans cet air ne germent plus ; ceci indique, en même temps, que, des gaz de l'air, l'oxygène seul est nécessaire à leur germination.

J'ai préparé deux tubes eudiométriques en semant des spores vers la partie supérieure et interne ; j'y ai fait entrer du mercure soigneusement essuyé au papier buvard, de manière à respecter mes semis et à laisser 10^{cc} d'air. Ensuite j'ai introduit, avec l'appareil de M. Dupré, environ 14^{cc} d'hydrogène préparé par le voltamètre, c'est-à-dire une quantité trois à quatre fois plus grande que celle qui était nécessaire pour employer tout l'oxygène de l'air à la formation de l'eau par synthèse. Puis j'ai fait passer l'étincelle électrique à plusieurs reprises. Après l'opération, il y avait de l'eau condensée sur le verre, ce qui en indiquait une quantité bien supérieure à celle qu'il fallait pour fournir un état hygrométrique plus élevé que 0,84, à la température la plus haute (16°), pendant la durée de l'expérience. A ce moment, le thermomètre marquait 15°.

L'un des deux eudiomètres est demeuré tel quel sur le mercure ; dans l'autre, qui devait me servir de témoin pour juger de l'action propre de l'étincelle électrique, j'ai introduit de l'air. Finalement les deux eudiomètres ont été mis en observation l'un à côté de l'autre ; la température, la même pour les deux termes comparés, a oscillé entre 6 et 16°, c'est-à-dire est toujours restée dans les limites de la germination.

---

(1) Van Tieghem, *Physiologie des Mucédinées* (*Ann. des sc. nat. Bot.*, 5^{e} série, t. VIII).

Après une semaine, le mycélium était très développé dans l'eudiomètre témoin ; on ne distinguait rien dans l'autre.

J'ai attendu six semaines. Après ce temps, aucune spore n'était encore germée, ainsi que j'ai pu l'observer, au grossissement de 330 diamètres, en plaçant le microscope horizontalement pour étudier, du dehors, ce qui se passait dans l'intérieur de l'eudiomètre dépourvu d'oxygène.

Cependant les spores étaient encore aptes à germer, puisque, après avoir laissé rentrer quelques centimètres cubes d'air, elles ont germé et produit, en cinq jours, des tubes mycéliens dont la longueur atteignait jusqu'à cinquante fois le diamètre de la spore.

Il faut donc de l'oxygène pour que la germination se produise.

L'expérience suivante montre l'action de l'oxygène pur :

J'ai préparé de l'oxygène par le voltamètre et je l'ai recueilli dans un tube ensemencé d'avance et où s'est faite la culture. Les spores ont germé le quatrième jour, alors que, dans l'air ordinaire, elles avaient germé dès le premier jour, toutes les autres conditions égales d'ailleurs. Il n'y a eu qu'un retard de trois jours sur la germination normale.

Dans l'hydrogène préparé par le même voltamètre, les spores ont encore germé. Mais je n'avais pu les soustraire à l'oxygène dissous dans l'eau de ce voltamètre. Quoi qu'il en soit, la pression de l'oxygène devait être très faible.

Voici une autre expérience faite dans l'acide carbonique et où l'oxygène ne pouvait provenir que des 10^{cc} d'eau employés à fournir l'humidité suffisante à la germination.

Cet oxygène dissous dans 10^{cc} d'eau, puis diffusé dans un espace de 350^{cc}, devait n'avoir qu'une pression infinitésimale. C'est ce qui donne de l'intérêt à l'expérience.

J'ai employé une éprouvette d'une capacité de 350^{cc} en mettant, au fond, 10^{cc} d'eau destinés à fournir de l'humidité et, après avoir semé mes spores sur la paroi interne, j'ai fermé hermétiquement avec un bouchon suiffé et mastiqué dans l'ouverture de l'éprouvette. Ce bouchon portait deux tubes, l'un long, l'autre court, au moyen desquels j'ai fait passer un courant d'acide carbonique purifié pour remplacer l'air de l'éprouvette. J'ai continué ce courant longtemps après avoir constaté que le gaz sortant était complètement absorbable par la potasse. Ensuite j'ai fermé les deux tubes au chalumeau.

Dans une culture témoin, avec de l'air ordinaire, les spores ont germé le premier jour; à l'intérieur de l'éprouvette à acide carbonique, elles ont germé le cinquième jour seulement.

Je ne pense pas que ce soit la présence de l'acide carbonique qui ait déterminé la germination; celle-ci est due aux traces d'oxygène dissous dans les 10^{cc} d'eau. Cette expérience montrerait que les spores du *Penicillium glaucum*, qui ont besoin d'oxygène, germent encore quand la pression de cet oxygène est extrêmement faible.

Pour résumer la première partie de ce travail avec les matériaux dont nous disposons en ce moment, nous dirons que les conditions extérieures nécessaires à la germination des spores du *Penicillium glaucum* sont la chaleur, l'humidité et l'oxygène.

Les limites de température sont 1°5 et 43° C; l'optimum est compris entre 22° et 26° C;

Les spores peuvent germer dans l'eau aérée, mais mieux dans de l'air suffisamment humide. L'état hygrométrique limite au-dessous duquel elles ne germent plus est compris entre 0,82 et 0,84.

Les spores peuvent germer dans l'oxygène pur et dans une atmosphère contenant de très petites quantités d'oxygène, mais avec des retards sur la germination normale ou dans l'air ordinaire.

DEUXIÈME PARTIE

CAUSES EXTÉRIEURES QUI PEUVENT RETARDER OU EMPÊCHER LA GERMINATION DES SPORES DU *PENICILLIUM GLAUCUM.*

Dans cette partie, je me contenterai de donner les résultats de six séries d'expériences que j'ai faites avec différentes substances pour savoir si elles avaient une influence quelconque sur la germination des spores de ce *Penicillium.*

Tous les produits étudiés proviennent soit du Laboratoire de botanique, soit du Laboratoire de chimie de la Faculté des sciences de Rennes, soit encore du Laboratoire de M. Barré, chimiste à Betton (Ille-et-Vilaine).

Dans toutes ces expériences, j'ai employé des flacons longs, au fond desquels j'avais placé assez d'eau pour fournir l'humidité suffisante à la germination et un tube court, ouvert, renfermant la substance solide ou liquide dont je désirais connaître l'action. La fermeture des flacons était faite hermétiquement avec de bons bouchons de liège portant à leur bout inférieur une vis à boucle destinée à suspendre une lame de verre portant les spores ensemencées sur goutte de gélatine ou directement sur le verre.

Première série. — Dans une première série, les corps étudiés étaient : l'essence de cèdre, l'essence de térébenthine, l'essence de girofle, l'éther, le chloroforme, la benzine et l'acide acétique. Les observations ont duré dix jours pendant lesquels la température a peu varié autour de 20°.

La germination a commencé dans la première journée sur :

Eau pure,
Essence de cèdre ;

Dans la deuxième journée sur :

Essence de térébenthine;

et, après dix jours, il n'y avait pas une seule spore germée sur :

Essence de girofle,
Éther,
Chloroforme,
Benzine,
Acide acétique.

Deuxième série. — J'ai étudié, pendant 28 jours, l'action de 25 substances sur la germination de mes spores. La température a varié de 19° à 26°.

La germination a commencé dans la première journée sur :

Eau pure,
Iodoforme,
Naphtaline,
Camphre,
Essence de néroli,
Essence de patchouly,
Essence de camomille,
Menthol,
Asa fœtida,
Acide benzoïque.

Dans la deuxième journée sur :

Essence de cédrat,
— de menthe,
Huile d'aspic,
Essence de romarin,
— de niaouli,
— de rue.

Dans la troisième journée sur :

Essence de bergamote,
— de cajeput.

Sur l'essence de valériane il n'y avait encore rien de germé le 15ᵉ jour et le 28ᵉ jour, le mycélium était très développé.

La nicotine n'a pas empêché la germination; mais le tube germinatif n'a pas varié de longueur du 1er au 28^{e} jour; cette nicotine empêchait tout développement ultérieur.

Enfin, cinq corps ont complètement empêché la germination. Ce sont :

Iode,
Acide formique.
Toluène,
Xylène,
Essence d'eucalyptus.

Troisième série. — Dans cette série, j'ai préparé des cultures pour 31 substances. J'en ai trouvé 28 où la germination ne s'est pas faite après un temps très long. Voici les noms des substances qui ont empêché la germination :

Alcool méthylique,
— éthylique,
— butylique,
— amylique,
— allylique,
Formaline (solution à 42 p, 100 d'aldéhyde formique),
Aldéhyde éthylique,
— propylique,
— salicylique,
Acide acétique,
— butyrique,
— valérianique,
— chlorhydrique,
— azotique,
— phénique en solution alcoolique,
— — — aqueuse,
Ammoniaque à 22°,
Phénylhydrazine,
Acétone,
Éther amylique,
Bichlorure d'éthylène,
Bromure d'éthylène,
Iodure d'éthyle,
Acétate d'amyle,
Créosote de 190° à 210°,
— de 210° à 225°,
Essence d'amandes amères,
— de cannelle.

Les trois autres substances ont eu un effet un peu moins défavorable.

La méthylaniline n'a pas empêché la germination, mais le développement s'est arrêté comme sur la nicotine.

Le benzoate de méthyle a permis une végétation chétive et de courte durée.

L'extrait d'eau de javelle a produit un effet un peu atténué sur celui de la substance précédente ; mais le mycélium s'est encore arrêté dans son développement.

J'ai voulu savoir si l'action de certaines de ces substances solubles dans l'eau était dépendante de la quantité. Voici les résultats de trois séries d'expériences faites dans ce but :

Quatrième série. — J'ai comparé l'influence de quatre dilutions à $\frac{1}{4}, \frac{1}{16}, \frac{1}{64}, \frac{1}{256}$ de l'acide azotique, de l'acide chlorhydrique et de l'acide acétique. Voici l'ordre d'apparition du tube germinatif au-dessus de ces solutions :

Dans la première journée sur :

$$\left.\begin{array}{c}\frac{1}{256}\\ \frac{1}{64}\\ \frac{1}{16}\end{array}\right\}\text{Acide chlorhydrique,}$$

$$\left.\begin{array}{c}\frac{1}{256}\\ \frac{1}{64}\\ \frac{1}{16}\end{array}\right\}\text{Acide azotique.}$$

Dans la deuxième journée sur :

$$\left.\frac{1}{4}\right\}\text{Acide chlorhydrique.}$$

Dans la septième journée sur :

$$\left.\frac{1}{4}\right\}\text{Acide azotique.}$$

Après onze jours, il n'y avait encore rien de germé sur :

$$\left.\begin{array}{c}\frac{1}{256}\\ \frac{1}{64}\\ \frac{1}{16}\\ \frac{1}{4}\end{array}\right\}\text{ Acide acétique,}$$

et rien n'était changé depuis neuf jours sur $\frac{1}{4}$ d'acide chlorhydrique.

Enfin, après vingt-quatre jours, la germination n'était pas encore commencée sur :

$$\left.\begin{array}{c}\frac{1}{4}\\ \frac{1}{16}\\ \frac{1}{64}\end{array}\right\}\text{ Acide acétique,}$$

$$\left.\frac{1}{4}\right\}\text{ Acide azotique.}$$

La culture placée au-dessus de la dilution à $\frac{1}{4}$ d'acide chlorhydrique n'avait que peu changé.

Sur la dilution $\frac{1}{256}$ d'acide acétique, la germination s'était produite, mais le mycélium avait pris des caractères très particuliers de souffrance.

Cinquième série. — Dans cette série j'ai préparé des solutions contenant des quantités de moins en moins grandes d'alcool ordinaire, depuis l'alcool absolu jusqu'à une dilution à 20 p. 100. Après seize jours d'observation, à une température favorable, la germination ne s'est produite dans aucun cas.

Sixième série. — Je me suis alors procuré six solutions de degré inférieur à 20 p. 100.

Il m'a été possible d'observer la germination au-dessus de deux de ces solutions :

Cette germination s'est effectuée dans la première journée sur la solution à 3,1 p. 100, au commencement de la seconde journée sur la solution à 4,1 p. 100.

Au-dessus des quatre autres solutions, 6,2 p. 100, 8,3 p. 100, 12,5 p. 100 et 16,6 p. 100, il n'y a pas eu de germination après dix jours d'expérience.

Le développement ultérieur du mycélium, sur les solutions à 3,1 p. 100 et 4,1 p. 100, s'est continué pendant très longtemps, mais présentant, avec la végétation normale, des différences marquées sur lesquelles je reviendrai plus tard.

Je me contenterai, pour le moment, des résultats qui sont consignés dans ce qui précède et que nous pouvons résumer ainsi :

Les spores du *Penicillium glaucum* placées dans les conditions extérieures nécessaires à leur germination, mais soumises, en même temps, à l'action des vapeurs dégagées par certaines substances, subissent cette action très différemment suivant la substance, ce qui se traduit par un retard ou même l'arrêt complet de la germination.

Sur les 63 substances soumises à l'expérience, 38 ont complètement empêché la germination; les autres ont eu peu d'effet ou l'ont retardée plus ou moins longtemps.

Parmi les corps ayant empêché la germination de se produire, quatre, l'acide chlorhydrique, l'acide azotique, l'acide acétique et l'alcool ordinaire, qui ont été seuls étudiés à ce point de vue, ont montré que leur influence est dépendante de la quantité dissoute dans l'eau c'est-à-dire de leur concentration.

INFLUENCE DU CLIMAT MÉDITERRANÉEN
SUR LA STRUCTURE
DES PLANTES COMMUNES EN FRANCE

Par M. W. RUSSELL.

INTRODUCTION

Dans une note relative à l'anatomie comparée des feuilles de quelques espèces végétales appartenant à diverses flores, M. Areschoug, en 1882, concluait en ces termes (1) : « Le climat exerce une influence considérable non seulement sur la forme, mais aussi sur l'organisation interne des végétaux ; cette influence est encore plus remarquable chez les végétaux que chez les animaux..... »

Peu après l'apparition du mémoire de M. Areschoug, plusieurs auteurs ont de nouveau étudié l'influence modificatrice du climat, et leurs résultats n'ont fait que confirmer l'opinion du savant botaniste danois.

Mais ces auteurs, Volkens (2), Schube (3), Ross (4), etc., n'ont eu le plus souvent en vue que l'étude de certaines plantes indigènes des régions chaudes du globe et n'ont pu déterminer, faute d'éléments de comparaison, quelle est l'influence du changement de climat sur une même espèce végétale.

---

(1) Areschoug, *Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen* (Jahrbücher von Engler, t. II, pp. 511-527, 1882).

(2) Volkens, *Beziehungen zwischen anatomischen Bau und Standort* (Jahrbuch des Königlichen botanischen Gartens zu Berlin, t. III, 1884).

(3) T. Schube, *Beiträge zur Kenntniss der Anatomie blattarmer Pflanzen* (Inaug. Diss. Breslau, 1885).

(4) Ross, *Contribuzioni alla conoscenza del tessuto assimilatore e dello sviluppo del periderma nei fusti delle piante povere di foglie o affile* (Nuovo Giornale botanico italiano, t. XXI, 1889).

Dans le présent travail, je me suis proposé de mettre en lumière les principales différences de structure qu'offrent les végétaux qui ont pu s'adapter à la vie sous le climat méditerranéen et dans la région des environs de Paris, c'est-à-dire dans des conditions de milieu singulièrement dissemblables.

Une étude un peu analogue a été faite en 1892 par M. Wagner (1) sur les feuilles des plantes alpines et reprise tout récemment avec plus de détail par M. Gaston Bonnier (2), qui a eu recours dans ses recherches à la méthode expérimentale ; c'est, en effet, par des cultures comparées que ce botaniste a cherché à mettre en évidence les caractères que les divers membres des plantes acquièrent sous l'influence immédiate du changement de climat.

Mes recherches ont porté sur cinquante-huit espèces de plantes herbacées ou sub-ligneuses réparties dans vingt-trois familles.

Les échantillons que j'ai comparés ont été recueillis en pleine floraison, ceux du Midi en juin et juillet, ceux des environs de Paris au mois d'août.

Pour écarter autant que possible les causes d'erreur, j'ai pris soin de recueillir mes spécimens dans des terrains de même constitution lithologique (alluvions sablo-calcaires, et dont l'exposition était sensiblement identique (Sud-Est) ; en outre, pour les plantes méditerranéennes j'ai choisi, dans le département du Var, une station (Carnoules) assez éloignée du bord de la mer pour être à l'abri de l'influence des brises marines (3).

---

(1) Wagner, *Zur Kenntniss der Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologischer Bedeutung* (Sitz. der kais. Akad. der Wiss. in Wien, Math.-naturw. Classe. Band II, Abth. I, 1892).

(2) Gaston Bonnier, *Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin* (Annales des sc. nat., 7^e^ série, t. XX, 1895).

(3) P. Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles.* Rennes, 1890.

Les coupes ont été effectuées de préférence dans la région moyenne des tiges aériennes ainsi que dans les pédoncules floraux. Pour l'étude des feuilles, c'est uniquement au voisinage de la nervure médiane d'organes ayant atteint leur complet développement que j'ai opéré des sections.

Les modifications observées étant, comme nous le verrons, toujours de même ordre, je vais dans ce mémoire décrire avec détail un certain nombre des plantes qui m'ont paru pouvoir être considérées comme typiques, tandis que pour les autres je me bornerai à signaler les particularités les plus remarquables de leur structure.

INULA DYSENTERICA, L.

L'échantillon d'*Inula dysenterica* recueilli en Provence ne différait au point de vue de sa morphologie extérieure de celui de Paris que par une réduction assez marquée dans le nombre de ses capitules et par une largeur un peu moindre de ses feuilles.

Les deux plantes végétaient dans un lieu découvert au bord d'un chemin.

1. *Structure des feuilles.* — Les feuilles de la plante du Midi compensent leur diminution de largeur par un épaississement plus marqué de leur limbe ; en effet, quand on examine une coupe transversale de l'une d'elles, on peut voir (fig. 1, pl. XV), que les cellules du mésophylle sont étirées perpendiculairement à la surface foliaire de façon à prendre toutes plus ou moins la forme palissadique ; chez la plante des environs de Paris, le tissu en palissade, d'ailleurs mal défini, occupe à peine le quart de l'épaisseur du limbe.

Les cellules épidermiques ont les mêmes dimensions chez les échantillons des deux provenances, mais dans la plante méridionale leurs parois sont plus épaisses et revêtues d'une plus forte cuticule.

Dans la nervure médiane on observe un grand développement de tissu collenchymateux au-dessus et au-dessous du faisceau libéro-ligneux. Ce faisceau, de même que ceux des nervures secondaires, est entouré d'une endoderme qui se distingue très nettement du tissu ambiant, ce qui n'est pas le cas chez la plante parisienne.

Les éléments péridesmiques des faisceaux qui chez cette dernière restent à parois minces se transforment en épaisses fibres lignifiées dans la plante méditerranéenne.

2. *Structure de la tige.* — L'épiderme diffère notablement par sa structure chez les deux types : tandis que, en effet, chez la plante de Paris il est composé de cellules assez irrégulières de forme, les unes presque tabulaires, les autres plus hautes que larges, chez la plante de Provence ses éléments sont nettement cubiques.

En outre, chez cette dernière plante l'épaississement des parois cellulaires sur toutes les faces est très intense, ce qui amène une curieuse disposition des fentes stomatiques : les cellules qui limitent les stomates en même temps qu'elles ont leur lumen presque en entier obstrué, semblent en quelque sorte repoussées vers l'extérieur par la pression exercée sur elles par les cellules voisines, d'où il résulte que l'orifice stomatique se trouve sur une espèce de petite saillie de la surface épidermique, saillie très faiblement indiquée chez les espèces du Nord.

L'écorce éprouve une réduction d'épaisseur chez la plante de la Provence par suite de la disparition d'une assise de cellules et d'une notable diminution de volume de tous les éléments.

Dans le cylindre central les modifications les plus intéressantes s'observent dans le péricycle qui, formé en face des faisceaux primaires d'un petit amas de cellules à parois peu lignifiées chez la plante du Nord, constitue une grosse masse scléreuse d'épaisseur double chez celle du Midi (fig. 2, pl. XV).

Les faisceaux libéro-ligneux primaires, lorsqu'on les examine par exemple dans les pédoncules floraux, lesquels sont dépourvus de formations secondaires interfasciculaires, se montrent beaucoup plus larges en section chez les espèces méditerranéennes : l'augmentation du nombre des éléments porte aussi bien sur les vaisseaux que sur les fibres, qui sont d'ailleurs rares dans les faisceaux primaires chez les échantillons des environs de Paris.

La zone périmédullaire et la moelle sont de bonne heure entièrement sclérifiées chez les *Inula dysenterica* de la Provence.

POLYGONUM AVICULARE, L.

Le *Polygonum aviculare* est une plante très polymorphe, aussi ai-je pris soin de recueillir des échantillons aussi semblables de forme que possible.

Les pieds étudiés provenaient de champs incultes situés respectivement les uns sur le bord des pinèdes de Carnoules (Var), les autres au sommet des coteaux de Lardy (Seine-et-Oise).

1. *Structure des feuilles.* — Les feuilles du *Polygonum aviculare* récolté à Lardy possèdent un mésophylle formé de deux assises palissadiques en dessus comme en dessous du limbe et séparées par deux rangs de cellules irrégulières.

Quelques-unes de ces cellules renferment des cristaux d'oxalate de chaux affectant la forme dite *oursin.*

Chez l'espèce méditerranéenne la couche moyenne du limbe est réduite à une seule assise dont les éléments se sont les uns allongés perpendiculairement à la surface épidermique, tandis que les autres ont de beaucoup augmenté leurs dimensions dans tous les sens pour loger de volumineux cristaux en oursin dont la hauteur est parfois égale au tiers de l'épaisseur de la feuille.

Les quatre assises en palissade se retrouvent, mais les cellules qui les constituent sont beaucoup plus étroites, bien qu'étant sensiblement de même longueur que chez le *Polygonum aviculare* des environs de Paris.

Le faisceau libéro-ligneux de la nervure principale est entouré d'un endoderme qui, peu net dans les échantillons parisiens, est formé dans ceux du Midi de cellules très régulières à parois fortement épaissies. Au-dessus et au-dessous du faisceau se trouve un paquet scléreux adjacent à l'épiderme et qui vient en contact avec l'endoderme dans la feuille du *Polygonum aviculare* du Midi ; ce tissu de soutien n'est que faiblement développé dans les échantillons de Lardy. Chez ceux-ci, en outre, les faisceaux des nervures secondaires semblent dépourvus d'endoderme et les paquets de fibres sous-épidermiques, toujours présents dans les échantillons méditerranéens, manquent le plus souvent ou sont réduits à un ou deux éléments correspondant aux plus gros faisceaux.

La structure des faisceaux est assez différente chez les plantes des deux provenances : dans une même région considérée les tissus conducteurs sont toujours beaucoup plus développés chez la plante méditerranéenne, les vaisseaux notamment sont remarquables par l'accroissement notable de leur calibre — ils sont en général deux fois plus larges — et par leur augmentation de nombre.

L'épiderme foliaire est formé de grandes cellules parallélipipédiques chez le *Polygonum aviculare* aussi bien dans les échantillons des environs de Paris que dans ceux de la Provence ; mais chez ces derniers les cellules sont plus cohérentes et à membranes plus épaisses. Les stomates, beaucoup plus nombreux chez la plante méditerranéenne sur les deux faces de la feuille, ont leurs lèvres fortement lignifiées.

Structure de la tige. — La tige du *Polygonum aviculare* possède de nombreuses côtes renfermant des faisceaux de sclérenchyme. Ces faisceaux, qui restent localisés dans la région sous-épidermique chez les plantes des environs de Paris, s'étendent jusqu'à l'endoderme chez celles de la Provence.

Dans les sillons compris entre les côtes, l'écorce est palissadique dans les échantillons des deux provenances, mais chez ceux du Midi, l'allongement radial des cellules est beaucoup plus accusé. Malgré le plus grand développement du tissu en palissade, l'écorce est cependant d'une moindre épaisseur que chez les échantillons des environs de Paris ; ceux-ci, en effet, possèdent dans la portion interne de leur écorce, une ou deux assises de cellules irrégulièrement polyédriques qui font défaut chez les plantes du Midi (fig. 3, pl. XV).

L'endoderme se fait remarquer chez les plantes de la Provence par la grande régularité de ses cellules, à épaississements très marqués sur toutes les faces.

L'épiderme, qui est composé de cellules parallélipipédiques chez le *Polygonum aviculare* de la banlieue parisienne, est formé, chez celui du Midi, de cellules plus hautes que larges.

Le péricycle est fibreux en face des faisceaux primaires ; chez les plantes des environs de Paris, les fibres sont le plus souvent sur une seule assise et faiblement épaissies, tandis que chez les plantes de la Provence, elles sont groupées en gros faisceaux, et l'épaississement de leurs parois est tel que leur lumen est presque entièrement obstrué. Dans les régions qui correspondent aux rayons médullaires primaires le péricycle ne se sclérifie que chez les plantes méditerranéennes.

Chez les mêmes plantes, la sclérification est également très intense dans l'anneau ligneux dont tous les éléments parenchymateux passent de bonne heure à l'état de fibres.

Les vaisseaux, plus nombreux que chez les plantes des environs de Paris, sont de plus large diamètre et leurs parois ont une épaisseur double.

Les cellules de la moelle ont de plus faibles dimensions chez les échantillons méditerranéens, mais en revanche leurs parois sont plus épaissies et presque toujours lignifiées.

RESEDA LUTEA, L.

1. *Structure de la feuille.* — Les feuilles des échantillons recueillis en Provence sont sensiblement de même épaisseur que celles des espèces parisiennes, mais néanmoins offrent

un plus grand développement de leur tissu en palissade ; en effet, tandis que dans le *Reseda lutea* de Paris, seules les deux assises supérieures et l'assise inférieure du mésophylle sont allongées perpendiculairement à la surface du limbe, dans la même espèce originaire du Midi, les cinq ou six assises de cellules qui constituent l'épaisseur de la feuille affectent très nettement la forme palissadique.

2. *Structure de la tige.* — L'épiderme, revêtu d'une forte cuticule chez la plante du Midi, est formé de cellules plus hautes que larges, remarquables par leur grande régularité ; chez le *Reseda lutea* des environs de Paris, les cellules sont, au contraire, tabulaires et de dimensions très variées.

L'écorce est constituée par du tissu en palissade dans toute la tige aérienne chez le *Reseda lutea* originaire du Midi ; c'est seulement dans l'inflorescence que ce tissu s'observe chez la même espèce des environs de Paris (fig. 4, pl. XV).

La présence d'un tissu assimilateur en palissade chez les espèces méditerranéennes peut déterminer chez celles-ci un accroissement d'épaisseur de l'écorce, bien que le nombre d'assises de cellules soit moindre que chez les plantes des environs de Paris ; cette particularité s'observe fréquemment dans les sillons compris entre les côtes que possède la tige. Ces côtes, soutenues par de puissants faisceaux collenchymateux, sont beaucoup moins saillantes chez les plantes du Midi.

Chez ces plantes, l'endoderme est composé de cellules régulières, de petites dimensions, qui se distinguent nettement des cellules corticales, ce qui n'est pas le cas chez le *Reseda lutea* des environs de Paris, où l'endoderme est formé de grandes cellules irrégulières.

Le péricycle possède de nombreux éléments fibreux qui se forment de bonne heure dans les plantes du Midi, tandis que chez celles de la région parisienne, la sclérose n'apparaît que fort tard et n'est, du reste, jamais très intense.

La particularité la plus intéressante à signaler dans l'anneau libéro-ligneux du *Reseda lutea* du Midi, consiste dans le développement excessif du parenchyme compris dans la portion de la zone périmédullaire correspondant aux faisceaux primaires (1). Ces faisceaux, par suite du cloisonnement intense qui s'effectue pendant longtemps dans cette région, sont complètement dissociés.

L'épaisseur de l'anneau libéro-ligneux, comparée dans la région moyenne de la tige chez les échantillons des deux provenances, est beaucoup plus grande chez ceux du Midi.

La moelle, moins développée chez les espèces méditerranéennes, est formée de cellules nettement polygonales qui se lignifient de bonne heure ; dans les plantes de la région parisienne, les cellules de la moelle sont irrégulières de forme, et seules les plus voisines de la zone périmédullaire éprouvent une légère lignification.

DIANTHUS PROLIFER, L.

1. *Structure de la feuille.* — Les feuilles longues et étroites du *Dianthus prolifer* sont remarquables dans l'échantillon de la Provence par leur rigidité due surtout au notable épaississement de leur revêtement cuticulaire.

Les cellules épidermiques, d'assez grandes dimensions chez les plantes des environs de Paris, atteignent une taille encore plus élevée chez les plantes méridionales, où leur forme est nettement cubique (fig. 6, pl. XVI).

Le parenchyme est centrique, mais les palissades sont plus allongées chez le spécimen du Midi, d'où résulte une augmentation d'épaisseur du limbe.

L'endoderme spécial qui entoure les faisceaux est formé de cellules à parois très épaisses chez la plante du Midi ; il se confond avec le parenchyme ambiant chez celle de la région parisienne.

Les cristaux d'oxalate de chaux que l'on rencontre dans la portion moyenne du limbe, et qui revêtent la forme dite en oursin, sont en plus grand nombre et de taille supérieure chez la plante de la Provence.

---

(1) Flot, *Recherches sur la zone périmédullaire*, Ann. des Sc. Nat., 7^{e} série, t. XVIII, 1893.

2. *Structure de la tige.* — L'épaississement des parois des cellules épidermiques, déjà très accentué dans les feuilles, est singulièrement exagéré dans les tiges, où il n'est pas rare de voir le lumen cellulaire presque en entier obstrué.

L'écorce, palissadique chez le *Dianthus prolifer*, est fort réduite dans les échantillons du Midi ; les cellules oxaligènes abondent chez ceux-ci (fig. 5, pl. XV).

Le cylindre central est limité à sa périphérie par un anneau scléreux qui, dans l'espèce parisienne, est composé d'une à deux assises de cellules à parois légèrement lignifiées ; chez l'espèce méditerranéenne, ce tissu scléreux, formé d'éléments à fortes parois, constitue un épais manchon qui vient écraser les cellules endodermiques.

Les vaisseaux, à calibre plus grand chez la plante de la Provence, sont très nombreux et fortement lignifiés.

Le liber atteint un développement considérable, de même que la zone périmédullaire.

La moelle, en revanche, est plus réduite que chez la plante de la région parisienne et renferme néanmoins davantage de cellules à cristaux.

HYPERICUM PERFORATUM, L.

1. *Structure de la feuille.* — Les feuilles, chez l'*Hypericum perforatum* de la Provence, sont enroulées sur leurs bords, et leur épaisseur est un peu plus grande que chez la même espèce de la région parisienne.

L'augmentation d'épaisseur est due principalement à l'étirement prononcé que présentent les cellules de l'assise moyenne du mésophylle. Ces cellules, en effet, ne sont pas plus hautes que larges chez l'échantillon des environs de Paris, tandis qu'elles deviennent franchement palissadiques chez celui du Midi.

L'épiderme est remarquable par les modifications qu'il éprouve chez l'*Hypericum perforatum* de la Provence : les coupes transversales font voir seulement que les cellules qui le constituent sont de taille plus grande que chez l'espèce parisienne, mais si l'on en détache un lambeau et qu'on l'examine de face, on constate que l'agencement des éléments est tout différent : en premier lieu, les cellules, qui sont irrégulières et fort sinueuses, aussi bien à la face supérieure qu'à la face inférieure du limbe de l'*Hypericum perforatum* parisien, sont toutes allongées suivant l'axe de la feuille et ont presque entièrement perdu leurs sinuosités ; en outre, chez les plantes méditerranéennes, il existe une cuticule très épaisse qui se relève, sur les parois mitoyennes des cellules, sous forme de crêtes, et constitue, au voisinage des fentes stomatiques, des replis délimitant autour de chacune d'elles une sorte de vestibule.

2. *Structure de la tige.* — L'épiderme, formé de cellules tabulaires chez la plante des environs de Paris, est constitué par des cellules plus hautes que larges chez celle de la Provence.

L'écorce éprouve une réduction d'épaisseur très notable chez les échantillons méditerranéens, car, d'une part, les cellules du tissu assimilateur sont de plus faibles dimensions, et, d'autre part, le parenchyme sans chlorophylle qui avoisine l'endoderme est formé d'un nombre moindre d'assises. Ce parenchyme non chlorophyllien, assez développé dans les côtes chez les espèces parisiennes, est en partie remplacé dans l'*Hypericum perforatum* du Midi par du tissu assimilateur ; dans les régions où il subsiste, il est à parois fort épaissies et joue, par conséquent, le rôle de tissu protecteur.

L'écorce offre chez la plante méditerranéenne cette particularité intéressante que les poches sécrétrices y sont très abondantes. L'endoderme et le péricycle se lignifient chez cette même plante, et le liber y atteint un grand développement.

Au point de vue de sa structure, le liber offre quelques différences : les tubes criblés, manifestement plus nombreux, ont une tendance à se grouper en amas au lieu de rester isolés comme chez l'*Hypericum perforatum* de la région parisienne ; le tissu sécréteur y est davantage développé, et les cellules libériennes sont à plus large diamètre.

Dans l'anneau ligneux on constate que chez la plante de la Provence les vaisseaux sont en plus grand nombre que chez celle des environs de Paris, leur calibre moyen est plus élevé et par suite du plus fort épaississement de leurs parois, leur section est circulaire au lieu d'être polygonale ; les fibres qui occupent les rayons ligneux sont déformées par la pression exercée sur elles par les vaisseaux et n'offrent plus de lumière visible.

La zone périmédullaire est plus nettement accusée que chez les plantes de la région parisienne et la moelle y est plus réduite.

SOLANUM NIGRUM.

1. *Structure de la feuille.* — Lorsqu'on examine des fragments d'épiderme foliaire pris sur des échantillons de *Solanum nigrum* originaires les uns de la Provence, les autres des environs de Paris, on ne manque pas d'être frappé du faible développement que présente l'appareil stomatique chez les plantes de cette dernière provenance ; en effet, à la face supérieure des feuilles les stomates font pour ainsi dire totalement défaut et à la face inférieure leur nombre est très réduit. Chez la plante méditerranéenne il n'en est plus de même, non seulement il existe beaucoup de stomates à la face inférieure, mais encore à la face supérieure le nombre des fentes stomatiques est considérable. Les cellules épidermiques, très sinueuses chez la plante de la région parisienne, perdent en grande partie leurs sinuosités chez celle de la Provence.

La structure du mésophylle est sensiblement la même, on observe seulement dans l'échantillon méridional un étirement plus prononcé de l'unique assise en palissade qui existe dans la feuille du *Solanum nigrum*.

Le tissu collenchymateux prend un grand développement au-dessus et au-dessous du faisceau de la nervure principale chez les échantillons de la Provence.

2. *Structure de la tige.* — L'épiderme est formé, chez la plante méditerranéenne, de cellules plus hautes que larges et à parois très épaissies ; chez la plante des environs de Paris les éléments épidermiques, de plus petite taille, sont aplatis tangentiellement et conservent des parois assez minces.

L'écorce présente d'intéressantes modifications : dans la plante de la région parisienne elle se compose d'un tissu assimilateur externe à éléments arrondis disposés sur deux assises et d'un tissu parenchymateux interne formé d'une couche de cellules volumineuses pauvres en chloroleucites (fig. 7, pl. XVI). Dans le spécimen du Midi l'écorce externe est réduite à une seule assise dont les éléments se sont fortement allongés suivant le rayon ; l'écorce interne plus épaisse s'est convertie en un tissu collenchymateux à petites cellules épaissies aux angles d'une façon très notable. L'endoderme, composé de grandes cellules irrégulières chez le *Solanum nigrum* des environs de Paris, est formé de petites cellules tabulaires chez la plante de la Provence.

Dans le cylindre central, les modifications portent surtout sur les vaisseaux, dont le calibre est augmenté chez les échantillons du Midi et le nombre plus grand.

CALAMINTHA CLINOPODIUM, Benth.

1. *Structure de la feuille.* — Les feuilles du *Calamintha Clinopodium* originaire des environs de Paris possèdent un mésophylle hétérogène dont la partie supérieure seule est nettement palissadique ; dans les plantes de la Provence tout le tissu de la feuille est en palissade.

Les cellules épidermiques sont plus hautes et plus fortement épaissies sur toutes leurs faces chez les espèces méridionales.

2. *Structure de la tige.* — Les cellules épidermiques, qui sont parallélipipédiques chez l'échantillon des environs de Paris, deviennent cubiques chez celui de la Provence et se

prolongent plus fréquemment en poils. Le tissu cortical subit une notable réduction dans le *Calamintha Clinopodium* du Midi, par suite de la diminution du volume des cellules du parenchyme sans chlorophylle de l'écorce interne ; ce parenchyme se transforme en un tissu protecteur d'une à deux assises de cellules à parois épaisses et à méats très étroits, alors qu'il est à parois minces et largement méatiques chez les échantillons plus septentrionaux.

Dans les côtes le tissu collenchymateux est très développé chez la plante de la Provence.

Le cylindre central chez la même plante offre une lignification très intense de l'anneau ligneux et de la plus grande partie du parenchyme conjonctif.

CHENOPODIUM ALBUM, L.

1. *Structure de la feuille.* — Les feuilles des échantillons recueillis en Provence ont une épaisseur considérable due à l'allongement très prononcé de l'assise en palissade qui occupe la partie supérieure du mésophylle et à la transformation en tissu palissadique du tissu lacuneux à cellules irrégulières de la plante parisienne. Les cellules en palissade de l'assise sous-épidermique supérieure prennent des cloisons tangentielles assez nombreuses qui font défaut chez les échantillons des environs de Paris.

Les cellules épidermiques, plus hautes chez les plantes du Midi et presque entièrement dépourvues de sinuosités, sont étirées suivant le grand axe du limbe, tandis que leurs contours sont irréguliers et leur orientation quelconque dans les échantillons parisiens.

2. *Structure de la tige.* — L'épiderme est à fortes parois et revêtu d'une épaisse cuticule chez le *Chenopodium album* de la Provence. L'écorce, légèrement palissadique dans la région sous-épidermique, est limitée du côté interne par une assise sus-endodermique de nature collenchymateuse en contact par places avec les gros faisceaux de collenchyme qui occupent les côtes.

L'endoderme est plus net que chez la plante des environs de Paris et contient, de même que l'écorce, de nombreux cristaux.

Le cylindre central offre dans l'échantillon méditerranéen un développement plus grand de la zone périmédullaire et une augmentation du calibre des vaisseaux, dont le diamètre est doublé.

POTERIUM SANGUISORBA, L.

1. *Structure de la feuille.* — La principale particularité à signaler dans la structure des feuilles chez la plante de la Provence consiste dans le grand développement qu'offre le parenchyme en palissade ; réduit à deux assises chez le *Poterium Sanguisorba* des environs de Paris, il constitue en entier le mésophylle dans l'échantillon de l'autre provenance.

Les cellules épidermiques sont parallélipipédiques chez les deux plantes, mais dans celle du Midi leur hauteur est plus grande.

L'endoderme péri-fasciculaire, mal défini dans l'échantillon de la région parisienne, est formé de cellules à fortes parois légèrement lignifiées dans celui de la Provence ; on constate également chez ce dernier que les cellules situées au-dessous du faisceau de la nervure principale ont leurs membranes très épaissies. Ces cellules, comme d'ailleurs presque toutes celles qui occupent la nervure principale en dehors du faisceau, renferment à leur intérieur des cristaux ; les cellules de l'assise sous-épidermique supérieure en contiennent également.

De semblables productions ne s'observent qu'en très petit nombre chez les plantes de la région parisienne.

2. *Structure de la tige.* — L'épiderme, formé de hautes cellules, est renforcé par un exoderme collenchymateux continu chez la plante du Midi et qui existe seulement dans les côtes chez celle des environs de Paris.

Les cellules de l'écorce, plus petites chez le *Poterium*

Sanguisorba de la Provence, ont leurs parois notablement épaissies dans la région sus-endodermique, où elles constituent par leur ensemble un tissu protecteur de premier ordre.

L'endoderme est lignifié, ainsi que tous les éléments du conjonctif.

Le diamètre de la moelle est plus faible que chez les échantillons des environs de Paris.

ANAGALLIS CŒRULEA, Schreb.

1. *Structure de la feuille.* — Les feuilles des échantillons d'*Anagallis cærulea* recueillis dans le Midi, les uns à Banyuls (Pyrénées-Orientales), les autres à Carnoules et à Solliès-Toucas (Var), m'ont toutes présenté un extraordinaire développement de leur mésophylle ; aussi ces feuilles sont-elles trois et souvent quatre fois plus épaisses que chez les plantes des environs de Paris.

L'accroissement d'épaisseur tient non à une exagération du nombre des assises de cellules, mais à l'augmentation considérable du volume des divers éléments : en effet, les cellules des deux assises supérieures du mésophylle, qui chez les plantes de la région parisienne n'affectent pour ainsi dire pas la forme palissadique, s'allongent jusqu'à devenir six fois plus hautes que larges dans les échantillons méditerranéens ; les cellules du tissu lacuneux augmentent également de taille, et de plus se munissent de longs prolongements (1) qui sont à peine indiqués chez les plantes parisiennes, — celles-ci ont de la sorte un système lacunaire moins développé (fig. 9, pl. XVI).

Les cellules épidermiques ont sensiblement les mêmes dimensions dans les échantillons des deux provenances, mais chez les plantes du Midi leurs membranes sont plus épaissies ; si on les regarde de face on observe en outre que les sinuosités de leurs parois sont beaucoup moins marquées que chez les échantillons de la région parisienne.

---

(1) Hartig désigne le tissu lacuneux ainsi constitué sous le nom d'*arm Parenchym*.

Le nombre des stomates est plus élevé pour une même surface considérée, chez les plantes du Midi, particulièrement à la face supérieure du limbe.

2. *Structure de la tige.* — L'épiderme est formé de cellules cubiques qui doublent de volume dans les échantillons de la région méditerranéenne. L'écorce éprouve chez les mêmes plantes une réduction assez notable qui est déterminée tantôt par la diminution du nombre des assises cellulaires, tantôt par le moindre développement des éléments. Assez fréquemment l'assise sous-épidermique est en palissade dans les ailes de la tige chez l'*Anagallis cœrulea* du Midi.

L'endoderme peu distinct du parenchyme ambiant chez les plantes de la région parisienne est mieux caractérisé chez celles du Midi où il se lignifie légèrement. Le péricycle et les rayons médullaires sont davantage sclérifiés dans les échantillons méditerranéens et les vaisseaux de plus fort calibre.

La moelle n'éprouve pas de modifications sensibles.

PAPAVER RHŒAS, L.

1. *Structure de la feuille.* — L'épaisseur des feuilles est presque doublée dans les échantillons de la Provence, néanmoins, le nombre des assises de cellules du mésophylle est le même que chez ceux de la région parisienne.

La modification la plus importante porte sur le tissu lacuneux dont les éléments, tout en s'orientant dans le sens perpendiculaire à la surface foliaire, se sont munis de longs prolongements qui ménagent entre eux de vastes espaces aérifères.

Les cellules palissadiques de la partie supérieure du mésophylle sont disposées sur trois assises au lieu de deux que l'on observe chez les plantes des environs de Paris, et assez souvent l'assise sous-épidermique inférieure est nettement en palissade. Les cellules épidermiques, tabulaires dans les plantes de la région parisienne, sont plus hautes que larges chez celles de la Provence (fig. 8, pl. XVI).

2. *Structure de la tige.* — L'écorce est constituée chez le *Papaver Rhœas* du Midi par du tissu assimilateur palissadiforme par places et largement méatique, tandis que chez la plante des environs de Paris les cellules plus hautes que larges font défaut et les méats sont peu développés.

L'endoderme, qui ne se distingue pas du tissu chlorophyllien de l'écorce dans la première plante, est formé chez la seconde par des cellules tabulaires à parois lignifiées. L'anneau scléreux de nature péricyclique qui limite le cylindre central à l'extérieur augmente notablement d'épaisseur chez les espèces méditerranéennes.

Les laticifères contenus dans le liber et qui sont très clairsemés chez les plantes parisiennes sont beaucoup plus nombreux et de plus large diamètre : examinés en coupes transversales ils semblent groupés dans chaque faisceau en amas ayant la forme de croissant.

Les vaisseaux plus larges et à parois plus épaisses ont une section circulaire, tandis que leur section est polygonale chez les plantes des environs de Paris.

LOTUS CORNICULATUS, L.

1. *Structure de la feuille.* — Le limbe est au moins d'un tiers plus épais pour toutes les feuilles des échantillons méditerranéens.

Les deux assises en palissade qui occupent la partie supérieure du mésophylle deviennent deux à trois fois plus hautes que chez les plantes des environs de Paris et le tissu lacuneux, formé d'un plus grand nombre d'assises, a tous ses éléments étirés perpendiculairement à la surface foliaire.

Les cellules épidermiques éprouvent des modifications intéressantes : lorsqu'on examine un fragment de l'épiderme supérieur de la feuille de l'échantillon parisien, on constate que les cellules ont des parois très sinueuses et sont orientées d'une façon très irrégulière ; chez l'échantillon méditerranéen au contraire, les cellules, plus grandes, n'offrent aucune sinuosité et sont toutes allongées parallèlement au grand axe de la feuille ; en outre elles sont munies d'épaississements cutinisés qui font fortement saillie sous forme de crêtes sur les parois mitoyennes (fig. 11, pl. XVI).

L'épiderme de la face inférieure se modifie de la façon suivante : Chez le *Lotus corniculatus* des environs de Paris les cellules engrenées profondément les unes dans les autres présentent, vues de face, des angles rentrants très prononcés sur le sommet desquels est placé un épaississement arrondi (fig. 10, pl. XVI) ; chez la plante de la Provence, ces angles rentrants n'existent pas et les cellules, dont les parois se sont en quelque sorte déplissées, ont des contours réguliers n'offrant que de très faibles sinuosités.

Sur les parois mitoyennes on observe comme à la face supérieure des crêtes cutinisées.

Le nombre des stomates est très élevé chez les plantes méditerranéennes, surtout à la face supérieure du limbe (fig. 11, pl. XVI).

2. *Structure de la tige.* — Les cellules épidermiques, revêtues d'une forte cuticule, sont plus hautes chez les plantes du Midi.

L'écorce subit une réduction assez marquée par suite de la moindre dimension des éléments du tissu assimilateur et de la disparition d'une ou plusieurs assises du parenchyme sans chlorophylle de l'écorce interne.

Les cellules de l'endoderme ont une forme tabulaire et sont munies de plissements lignifiés qui ne s'observent pas chez les plantes de la région parisienne.

Les paquets fibreux situés au dos des faisceaux principaux sont plus gros chez les plantes du Midi et il n'est pas rare de voir le péricycle offrir un commencement de lignification dans les espaces inter-fasciculaires.

Les cellules à tanin (1) qui existent dans le liber du *Lotus corniculatus* sont plus nombreuses et de plus grande taille chez les échantillons méditerranéens.

---

(1) W. Russell, *Contribution à l'étude de l'appareil sécréteur des Papilionacées* (Revue générale de botanique, 1891).

Quant à l'anneau libéro-ligneux, il se caractérise, comme à l'ordinaire, par un développement plus grand du tissu libérien ainsi que du tissu vasculaire et par une sclérification plus intense des rayons ligneux.

CAMPANULA ROTUNDIFOLIA, L.

1. *Structure de la feuille.* — Les cellules épidermiques de la face supérieure, aussi bien que celles de la face inférieure de la feuille, offrent chez le *Campanula rotundifolia* de la région parisienne des sinuosités très marquées qui disparaissent entièrement chez l'espèce méditerranéenne, en outre chez cette dernière les dimensions des cellules sont beaucoup amplifiées et la cuticule plus épaissie.

Le nombre des stomates est sensiblement plus élevé dans l'échantillon méditerranéen. Quand on examine les feuilles en coupes transversales on remarque que le volume des cellules est au moins triplé chez les plantes du Midi et que les cellules du mésophylle éprouvent d'intéressantes modifications : en effet tandis que chez la plante parisienne la couche supérieure du mésophylle est seule palissadique, chez l'autre non seulement les cellules de cette région se sont très fortement allongées, mais encore l'assise sous-jacente du tissu lacuneux et la couche sous-épidermique se sont transformées en tissu en palissade nettement caractérisé. Dans la nervure médiane le tissu collenchymateux augmente beaucoup d'importance chez la plante du Midi.

2. *Structure de la tige.* — Les cellules épidermiques de la tige sont de forme cubique chez la plante méditerranéenne.

L'écorce, composée de deux à trois assises de cellules, est plus épaisse que chez la plante de la région parisienne par suite de la transformation en tissu palissadique de ses éléments.

L'endoderme est lignifié chez la plante de la Provence et le cylindre central ne possède que très peu d'éléments parenchymateux à parois minces.

VERBENA OFFICINALIS, L.

1. *Structure de la feuille.* — Les feuilles ont une structure assez semblable chez les spécimens des deux provenances ; il n'y a de modifications que dans le tissu lacuneux du mésophylle, qui est légèrement palissadiforme dans la plante de la Provence.

2. *Structure de la tige.* — Les cellules épidermiques sont plus hautes chez la plante méditerranéenne et l'écorce, bien que composée d'un nombre moindre d'assises cellulaires,est plus épaisse que chez la plante des environs de Paris.

Cet accroissement de diamètre de l'écorce résulte, comme chez le *Campanula rotundifolia*, de l'allongement en palissade des cellules du tissu assimilateur, lesquelles sont arrondies ou polyédriques dans l'échantillon parisien.

Par suite de la transformation qui s'est opérée dans l'écorce, l'exoderme collenchymateux qui existe chez la plante de la région parisienne disparaît presque entièrement chez celle dont l'habitat est en Provence.

Un appareil de soutien n'en existe pas moins dans l'écorce de cette dernière plante, car les faisceaux collenchymateux qui relient l'endoderme à l'épiderme sont beaucoup plus volumineux que chez le *Verbena officinalis* des environs de Paris et l'endoderme est formé de cellules dont les membranes lignifiées sont plus fortement épaissies.

Le stéréome du cylindre central est également très puissant chez les plantes méditerranéennes, car le péricyle et l'anneau ligneux sont presque entièrement dépourvus d'éléments parenchymateux à parois minces.

TRIFOLIUM FRAGIFERUM, L.

1. *Structure de la feuille.* — Le limbe est plus épais dans les échantillons de la Provence et le tissu en palissade y atteint un plus grand développement, car au lieu d'être réduit à deux assises, comme chez les plantes des environs de Paris, il en possède en général quatre.

Le tissu lacuneux est palissadiforme.

Les cellules épidermiques ont de très fortes parois chez les échantillons méditerranéens.

2. *Structure de la tige.* — Les coupes transversales faites dans les pédoncules floraux font voir que l'écorce se réduit chez les plantes du Midi par suite de la disparition d'une ou deux assises de cellules.

L'épiderme est renforcé par un exoderme collenchymateux qui manque chez les échantillons des environs de Paris.

Le péricycle présente davantage d'éléments sclérifiés et les vaisseaux sont de plus large calibre.

L'étude des tiges souterraines permet de mettre en lumière plusieurs faits intéressants : ainsi dans ces tiges l'écorce et la moelle sont plus développées chez les plantes méditerranéennes que chez celles des environs de Paris, leurs éléments sont de plus grandes dimensions et à parois un peu plus épaisses et l'apparition du liège y est plus précoce.

§ II. — Étude des particularités offertes par quelques autres espèces de plantes.

CRUCIFÈRES.

Raphanus Raphanistrum, L. — La tige du *Raphanus Raphanistrum* de la Provence se distingue de celle de la même espèce de la région parisienne par une diminution du diamètre des cellules de l'écorce, la lignification de l'endoderme, la présence d'un anneau fibreux péricyclique, ainsi que d'un anneau scléreux périmédullaire et par l'augmentation du calibre des vaisseaux.

Dans les feuilles la particularité la plus intéressante à noter consiste dans la disparition complète des sinuosités des cellules épidermiques.

Sinapis arvensis, L. — L'échantillon méditerranéen offre dans ses tiges une réduction assez notable dans le nombre des assises cellulaires de l'écorce.

L'endoderme est lignifié.

Les feuilles sont un tiers plus épaisses.

Capsella bursa pastoris, Mœnch, et *Senebiera coronopus*, Poir. — Les plantes méditerranéennes présentent des modifications analogues à celles signalées chez le *Raphanus Raphanistrum*.

CISTINÉES.

Helianthemum vulgare, Gœrtn. — L'*Helianthemum vulgare* de la Provence est remarquable par le grand développement de ses poils étoilés. Ceux-ci possèdent jusqu'à dix ou douze branches, alors que dans l'échantillon de la région parisienne ils n'en ont au plus que quatre ou cinq.

PAPILIONACÉES.

Melilotus officinalis, L. — L'échantillon des environs de Paris a un épiderme foliaire composé, comme celui du *Lotus corniculatus* précédemment étudié, de cellules fortement engrenées les unes dans les autres et pourvues d'angles rentrants. Ces cellules ont des parois presque entièrement planes dans les échantillons du Midi. L'épaisseur du limbe est chez ces derniers au moins doublée par suite de l'allongement considérable des cellules du parenchyme en palissade.

Medicago lupulina, L. — Les feuilles ont des poils plus nombreux chez les échantillons méditerranéens et leur limbe est plus épais.

L'écorce éprouve une réduction considérable dans les tiges aériennes, elle est au contraire plus épaisse dans les rhizomes.

ROSACÉES.

Agrimonia Eupatoria, L. — Les feuilles triplent d'épaisseur dans les échantillons du Midi par suite de l'allongement extraordinaire qu'éprouvent les deux assises en palissade de la partie supérieure du mésophylle.

Le tissu lacuneux augmente également d'importance, car il a une ou deux assises de plus que chez les plantes de Paris et ses éléments sont les uns palissadiformes, les autres fortement rameux.

Dans la tige des échantillons du Midi on observe un fort développement du tissu collenchymateux de la portion externe de l'écorce.

Le liber primaire chez les mêmes plantes contient de nombreuses fibres de sclérenchyme.

Potentilla reptans, L. — Les feuilles du *Potentilla reptans* originaire de la Provence ont une grande épaisseur déterminée par l'étirement en palissade des cellules du tissu lacuneux, et par la présence d'une assise supplémentaire de cellules que vient doubler, comme une sorte d'hypoderme, l'épiderme de la face inférieure du limbe.

Dans les stolons le diamètre de l'écorce est plus élevé chez les plantes de la région méditerranéenne; ce tissu est composé, dans la portion sous-épidermique, de deux à trois assises de cellules à parois épaisses, alors que dans les plantes des environs de Paris on observe seulement un exoderme collenchymateux interrompu.

OMBELLIFÈRES.

Daucus Carota, L. — La plante du Midi se distingue de celle de la région parisienne par ses feuilles plus épaisses et par l'augmentation du diamètre de l'écorce de sa tige aérienne.

L'accroissement en épaisseur de l'écorce est dû à la transformation en parenchyme en palissade très nettement caractérisé du tissu chlorophyllien palissadiforme qui existe chez la plante parisienne.

Les canaux sécréteurs, de diamètre double, sont plus nombreux.

Torilis Anthriscus, Gmel. — L'échantillon de la Provence n'offre comme particularité digne d'être signalée qu'un épaississement considérable du limbe de ses feuilles.

DIPSACÉES.

Scabiosa columbaria, L. — Le *Scabiosa columbaria* du Midi possède du tissu en palissade dans sa tige aérienne.

L'endoderme est fortement lignifié, ainsi que le péricycle qui reste cellulosique dans la plante des environs de Paris.

Les feuilles ont leurs bords légèrement repliés en-dessous, elles sont plus étroites que chez la plante parisienne et toutes les cellules de leur mésophylle sont étirées perpendiculairement à la surface du limbe.

Le nombre des stomates, à égalité de surface, est doublé à la face supérieure des feuilles chez les échantillons méditerranéens.

Le grand développement du collenchyme des nervures est aussi à signaler.

COMPOSÉES.

Calendula arvensis, L. — Les feuilles du *Calendula arvensis* qui sont, chez les échantillons de la région parisienne, très pauvres en tissu palissadique, offrent dans ceux du Midi un grand développement de ce tissu qui occupe presque toute l'épaisseur du limbe.

Deux zones bien distinctes se remarquent dans l'écorce de la tige des plantes méditerranéennes, l'une située du côté externe est composée de petites cellules à parois minces, l'autre superposée à l'endoderme est comme celui-ci constituée par des cellules à membrane épaissie.

Le cylindre central offre entre autres particularités une lignification partielle de la zone perimédullaire.

Erigeron canadensis, L. — Les feuilles de cette plante possèdent dans la région méditerranéenne un parenchyme en palissade homogène, alors qu'il est hétérogène chez celles des plantes parisiennes.

Hieracium Pilosella, L. — L'échantillon du Midi a été recueilli dans les pinèdes de Carnoules, après sa floraison, de sorte que je n'ai pu étudier que ses stolons.

Dans ceux-ci j'ai constaté que le diamètre de l'écorce est plus élevé qu'il ne l'est chez la même espèce des environs de Paris.

Les tissus protecteurs y sont plus développés, car il existe un exoderme collenchymateux qui manque dans la plante parisienne et les cellules des assises sous-jacentes à cet exoderme sont à parois épaisses.

Les vaisseaux ont un diamètre triple.

RUBIACÉES.

Galium Mollugo, L. — Dans les feuilles du *Galium Mollugo* de la Provence on constate, outre un grand développement du parenchyme en palissade, une augmentation du système lacunaire due aux ramifications nombreuses que présentent les cellules non palissadiques de la région centrale du mésophylle.

L'épiderme des tiges est remarquable par le grand épaississement qu'offrent les parois externes de ses cellules.

L'écorce est formée de cellules plus petites que dans l'échantillon parisien, sauf sur les flancs des faisceaux scléreux des côtes où elles sont étirées en palissade.

L'endoderme est fortement lignifié, de même que le péricycle.

Asperula cynanchica L. — Une particularité intéressante est à signaler dans la structure des feuilles de l'*Asperula cynanchica* du Midi. Ces feuilles, en effet, contrairement à ce qui s'observe en général chez les plantes de la région méditerranéenne, ont une épaisseur moindre que celle des feuilles de la même espèce parisienne.

Elles sont extraordinairement rigides par suite du fort accroissement de leur cuticule et de la *lignification* des parois externes des cellules épidermiques.

Les cellules des assises en palissade sont plus allongées que dans l'échantillon parisien, mais par contre sont disposées sur une seule rangée au-dessous des deux faces du limbe; en outre la région centrale du mésophylle, qui dans la plante de Paris est formée de plusieurs assises de cellules à parois minces, est remplacée par une assise unique de cellules cristalligènes à membrane fortement épaissie.

LABIÉES.

Mentha rotundifolia, L. — Le tissu palissadique remplace complètement dans les feuilles des échantillons méditerranéens le tissu lacuneux.

Dans l'écorce des tiges, l'assise sous-épidermique devient collenchymateuse et le nombre des assises de cellules est plus faible.

Brunella vulgaris, L. — Le fait le plus saillant à signaler chez le *Brunella vulgaris* du Midi réside dans le grand développement que présentent les éléments cellulaires des feuilles.

Les cellules épidermiques ont un volume parfois triple de celui qu'elles offrent chez les plantes des environs de Paris.

Les cellules du parenchyme en palissade ainsi que celles du tissu lacuneux atteignent également des dimensions considérables.

PLANTAGINÉES.

Plantago lanceolata, L. — Le *Plantago lanceolata* éprouve les modifications suivantes dans le Midi : Les cellules épidermiques des tiges et des feuilles sont un peu plus hautes ; le tissu assimilateur des feuilles est formé d'éléments plus allongées et celui des tiges, au contraire, d'éléments de plus faibles dimensions.

POLYGONÉES.

Polygonum Convolvulus, L. — Les feuilles du *Polygonum Convolvulus* du Midi possèdent trois assises en palissades au lieu d'une qu'offrent celles de la même espèce de la région parisienne.

Dans la tige, le grand diamètre des vaisseaux est aussi à signaler — leur calibre est souvent triplé — et cependant dans la plante parisienne les vaisseaux sont déjà très larges.

CONCLUSIONS

Je vais condenser ici les principaux résultats qui m'ont été fournis par l'étude comparative des plantes de même espèce, communes à la région méditerranéenne et à celle des environs de Paris.

I. Modifications dans la structure des feuilles. — L'examen histologique des feuilles montre que chez les plantes méditerranéennes, les tissus assimilateurs sont mieux disposés pour les fonctions chlorophylliennes; le parenchyme en palissade offre un plus grand développement, soit par l'allongement plus grand des cellules palissadiques, soit par une augmentation du nombre de ses assises ; les cellules du tissu lacuneux ont toujours une tendance à s'orienter perpendiculairement à la surface du limbe, et les espaces aérifères qu'elles délimitent sont plus vastes.

Les tissus de soutien se développent beaucoup ; le collenchyme des nervures devient très puissant, et l'endoderme qui entoure les faisceaux atteint une grande netteté, par suite du fort épaississement de ses parois.

Quant aux faisceaux eux-mêmes, leur volume est plus considérable et leurs éléments plus nombreux que chez les plantes de la région parisienne.

La lignification du péridesme et des éléments du bois est toujours plus accentuée.

L'épiderme éprouve d'intéressantes modifications : ses cellules sont plus hautes chez les plantes méditerranéennes et fréquemment de plus grandes dimensions ; leurs parois augmentent d'épaisseur, et la cuticule qui les revêt extérieurement se développe davantage ; les sinuosités qui existent presque toujours chez les plantes de la région parisienne, tendent à s'effacer et souvent même disparaissent entièrement ; les stomates doublent de nombre, à égalité de surface, notamment à l'épiderme supérieur; les poils sont plus abondants.

II. Modifications dans la structure des tiges. — L'épiderme des tiges, comme celui des feuilles, est composé de hautes cellules à parois épaissies. L'écorce se comporte différemment, selon que l'on étudie une tige aérienne ou une tige souterraine. Dans la tige aérienne, l'écorce est d'ordinaire plus réduite par rapport au cylindre central chez les plantes méditerranéennes que chez celles des environs de Paris, soit par suite de la diminution du nombre des assises de cellules, soit à cause de la taille plus petite des éléments constituants. Dans la seconde sorte de tige, l'écorce augmente d'épaisseur chez les échantillons méditerranéens.

Les tissus assimilateurs atteignent parfois dans les tiges aériennes des plantes méditerranéennes un grand développement, et acquièrent la forme palissadique (1).

Les tissus de soutien et de protection sont remarquablement développés dans l'écorce des plantes méditerranéennes; ils se montrent soit sous la forme d'exoderme collenchyma teux, soit sous celle de faisceaux de collenchyme ou de sclérenchyme s'étendant de l'épiderme à l'endoderme.

Les cellules de l'endoderme et de l'assise sus-endodermique épaississent très fréquemment leurs parois, de façon à constituer une zone protectrice de premier ordre.

Dans le cylindre central des plantes de la région méditerranéenne, on constate une lignification plus énergique du parenchyme conjonctif et des éléments du bois.

Le péricycle, notamment, renferme toujours des éléments scléreux, de même que la zone périmédullaire.

Le liber et le bois sont plus épais dans les tiges du même âge des plantes méditerranéennes.

Les vaisseaux, plus nombreux, ont un plus fort calibre.

La moelle est d'ordinaire moins développée que chez les plantes de la région parisienne ; ses éléments sont plus petits et plus réguliers.

---

(1) W. Russell, *Sur la structure du tissu assimilateur des tiges chez les plantes méditerranéennes* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, octobre 1892).

Si l'on met en parallèle ces conclusions avec celles qu'a obtenues M. Dufour dans ses recherches expérimentales sur l'influence de la lumière sur la structure des feuilles (1), on peut voir qu'elles ont de nombreux points communs.

En effet, entre autres faits mis en évidence par les recherches de l'auteur, la tendance à la disparition des sinuosités des cellules épidermiques, et le plus grand développement du parenchyme en palissade chez les plantes exposées à la lumière, se retrouvent en s'exagérant chez les plantes méditerranéennes. Il en est de même de l'augmentation du nombre et du calibre des vaisseaux, ainsi que du développement excessif des tissus de soutien et de protection, tous caractères propres aux plantes soumises à un vif éclairement.

Parmi les autres modifications non étudiées par M. Dufour, qui a eu surtout en vue l'examen des feuilles, il en est une assez remarquable, que j'ai signalée dans la structure des tiges, et dont l'explication est, je crois, facile à donner : je veux parler de la réduction du volume du parenchyme en parois minces dans les tiges aériennes et de son augmentation dans les rhizomes des plantes méditerranéennes. Ce changement de structure tient certainement à ce que dans la tige aérienne, les tissus s'organisent surtout dans le but de s'opposer à la trop grande déperdition d'eau que la sécheresse de l'atmosphère et l'élévation de la température ne manqueraient pas de déterminer, si le parenchyme à parois épaisses était moins développé (2).

Dans les tiges souterraines, mieux protégées, le parenchyme à parois minces augmente d'importance, car c'est à lui qu'est dévolu le rôle d'emmagasiner les réserves, d'autant plus abondantes chez les plantes méditerranéennes que l'activité vitale y est plus énergique.

---

(1) L. Dufour, *Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles* (Annales des sc. nat., 7^{e} série, t. V, 1887).

(2) Lothelier, *Influence de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les feuilles et les tiges des plantes à piquants.* Lille, 1893.

C'est d'ailleurs également dans le but de modérer la transpiration que les cellules épidermiques possèdent des parois plus épaisses et une plus forte cuticule (1) et que le collenchyme se montre en abondance à la périphérie des organes.

La hauteur plus grande des cellules sous-épidermiques serait aussi, d'après M. Areschoug (2) et M. Kohl (3), un obstacle à l'excès de transpiration, d'où le développement fréquent du tissu en palissade dans les tiges.

En résumé, les plantes végétant sous le climat méditerranéen, diffèrent des mêmes espèces qui habitent dans la région parisienne, par les caractères suivants :

1. *Épiderme à cellules plus grandes et plus hautes, à contours plus réguliers et à parois plus épaisses.*
2. *Développement plus grand de l'appareil stomatique, principalement à la face supérieure des feuilles.*
3. *Écorce des tiges aériennes plus réduite revêtant souvent la forme palissadique et contenant davantage d'éléments de soutien.*
4. *Écorce des tiges souterraines plus épaisse et à cellules plus grandes.*
5. *Accroissement de volume du bois et du liber.*
6. *Augmentation du calibre des vaisseaux.*
7. *Sclérification plus intense.*
8. *Augmentation d'épaisseur des feuilles.*
9. *Tissus sécréteurs plus développés.*

Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique dirigé par M. Gaston Bonnier, qui m'en a grandement facilité l'exécution par tous les moyens ; qu'il reçoive ici mes meilleurs remerciements.

---

(1) Grisebach, *La végétation du globe*, p. 393, t. I.

(2) Areschoug, *loc. cit.*

(3) Kohl, *Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe.* Braunschweig, 1886.

EXPLICATION DES PLANCHES.

LETTRES COMMUNES.

S, plante méditerranéenne.
N, plante des environs de Paris.
ep, épiderme de la tige ; *ep.s*, épiderme supérieur de la feuille; *ep.i*, épiderme inférieur de la feuille ; *st*, stomate.
pp, parenchyme en palissade ; *pl*, parenchyme lacuneux.
ec.e, écorce externe ; *ec.i*, écorce interne.
ex, exoderme ; *end*, endoderme.
per, péricycle ; *b*, bois ; *l*, liber ; *rm*, rayon médullaire ; *m*, moelle ; *pm*, zone périmédullaire.

PLANCHE XV.

Fig. 1. — *Inula dysenterica.* Limbe, coupes transversales.
Fig. 2. — *Inula dysenterica.* Pédoncule floral, coupes transversales.
Fig. 3. — *Polygonum aviculare.* Tige, coupes transversales de l'écorce.
Fig. 4. — *Reseda lutea.* Tige, coupes transversales faites dans la région florifère.
Fig. 5. — *Dianthus prolifer.* Coupes transversales de la tige.

PLANCHE XVI.

Fig. 6. — *Dianthus prolifer.* Limbe, coupes transversales.
Fig. 7. — *Solanum nigrum.* Tige, coupes transversales de l'écorce.
Fig. 8. — *Papaver Rhœas.* Limbe, coupes transversales.
Fig. 9. — *Anagallis cærulea.* Limbe, coupes transversales.
Fig. 10. — *Lotus corniculatus.* Épiderme inférieur d'une feuille.
Fig. 11. — *Lotus corniculatus.* Épiderme supérieur d'une feuille.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME

Monascus purpureus, le Champignon de l'Ang-Quac, une nouvelle Thélébolée, par M. F. Went.. 1
Recherches physiologiques et anatomiques sur le *Drosophyllum lusitanicum*, par A. Dewèvre.. 19
Recherches sur les Cécidies florales, par M. M. Molliard............ 67
Essai sur le genre *Calymperes*, par M. E. Bescherelle................ 247
Recherches expérimentales sur la germination des spores du *Penicillium glaucum*, par M. P. Lesage.................................. 309
Influence du climat méditerranéen sur la structure des plantes communes en France, par M. W. Russell.............................. 322

TABLE DES ARTICLES

PAR NOMS D'AUTEURS

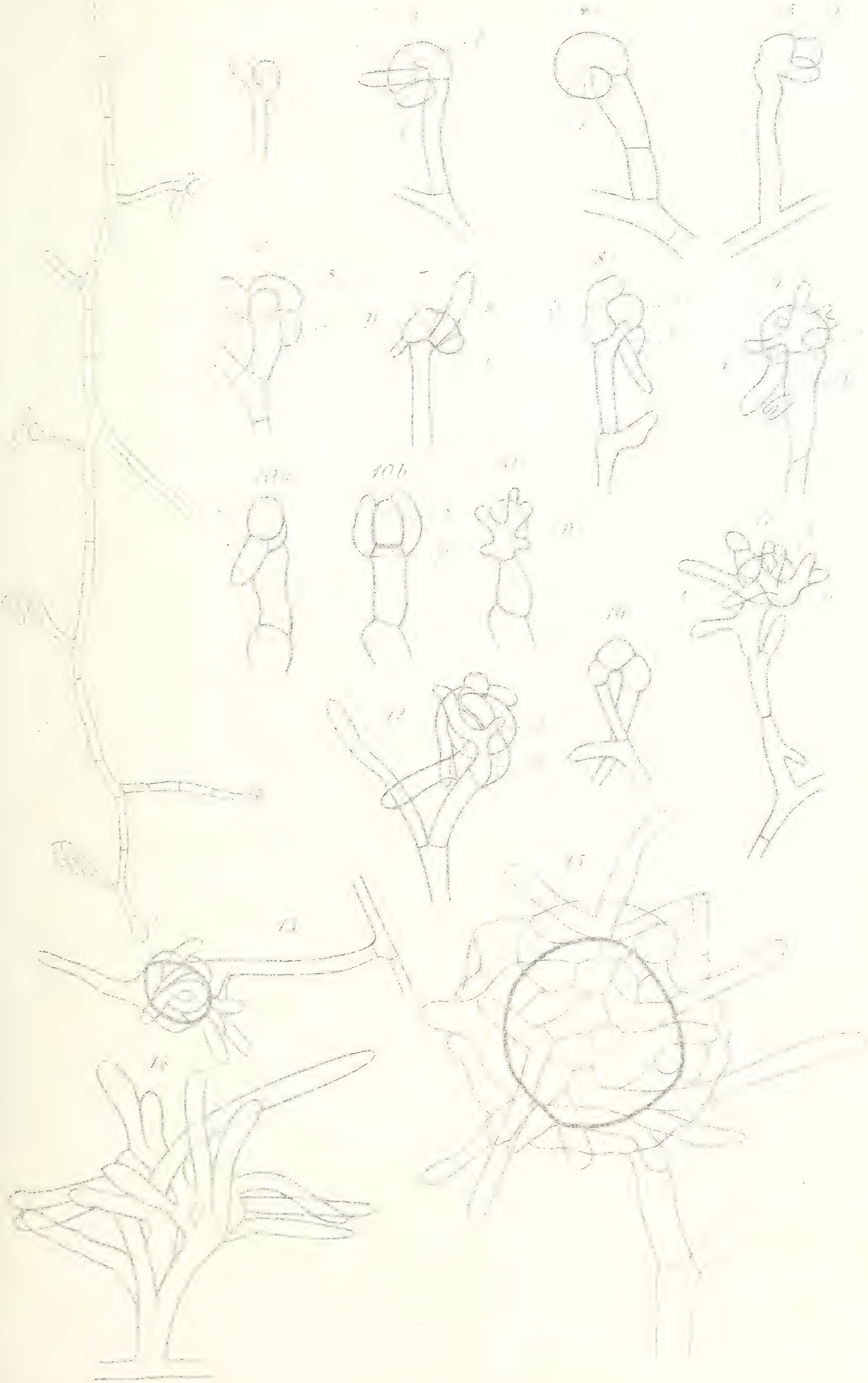
Bescherelle (E.). — Essai sur le genre *Calymperes*.................. 247
Dewèvre (A.). — Recherches physiologiques et anatomiques sur le *Drosophyllum lusitanicum*.. 19
Lesage (P.). — Recherches expérimentales sur la germination des spores du *Penicillium glaucum*.. 309
Molliard (M.). — Recherches sur les Cécidies florales............... 67
Russell (W.). — Influence du climat méditerranéen sur la structure des plantes communes en France.................................. 322
Went (F.). — *Monascus purpureus*, le Champignon de l'Ang-Quac, une nouvelle Thélébolée.. 1

TABLE DES PLANCHES

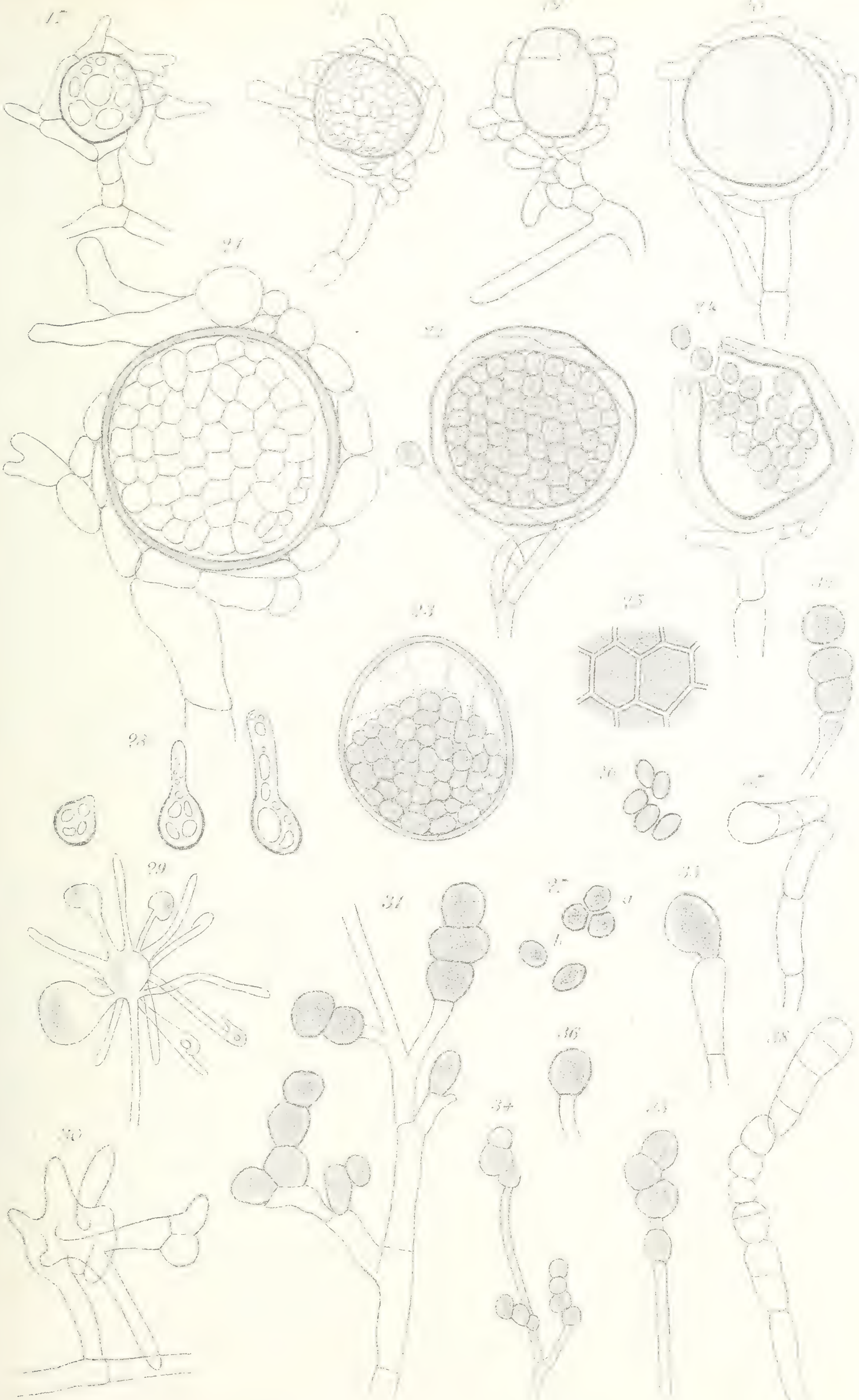
ET DES FIGURES DANS LE TEXTE CONTENUES DANS CE VOLUME

Planche 1 et 2. — *Monascus purpureus.*
Planches 3 à 14. — Cécidies florales.
Planches 15 et 16. — Influence du climat sur les plantes.
Figures dans le texte 1 à 5. — Structure des feuilles des *Calymperes.*

Corbeil. — Imprimerie Éd. Crété.

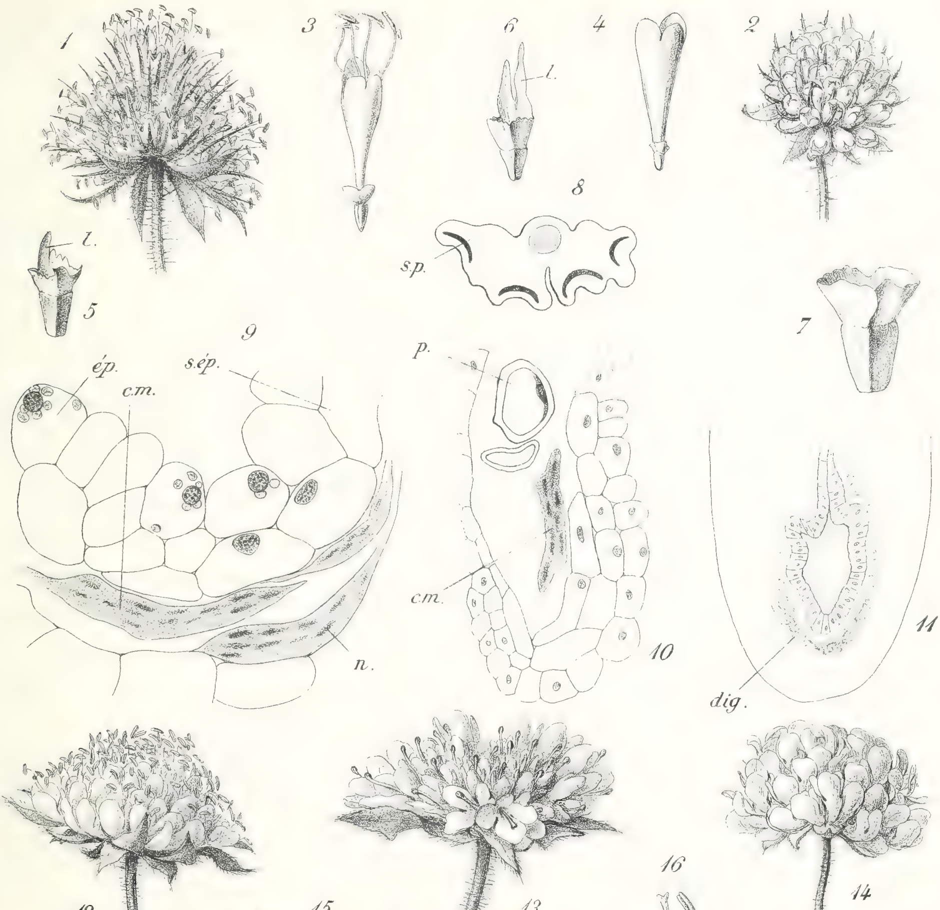

10a
10b

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


17
19
21
22
24
25
23
28
26
29
31
33
30
36
34
38

G. Masson Editeur

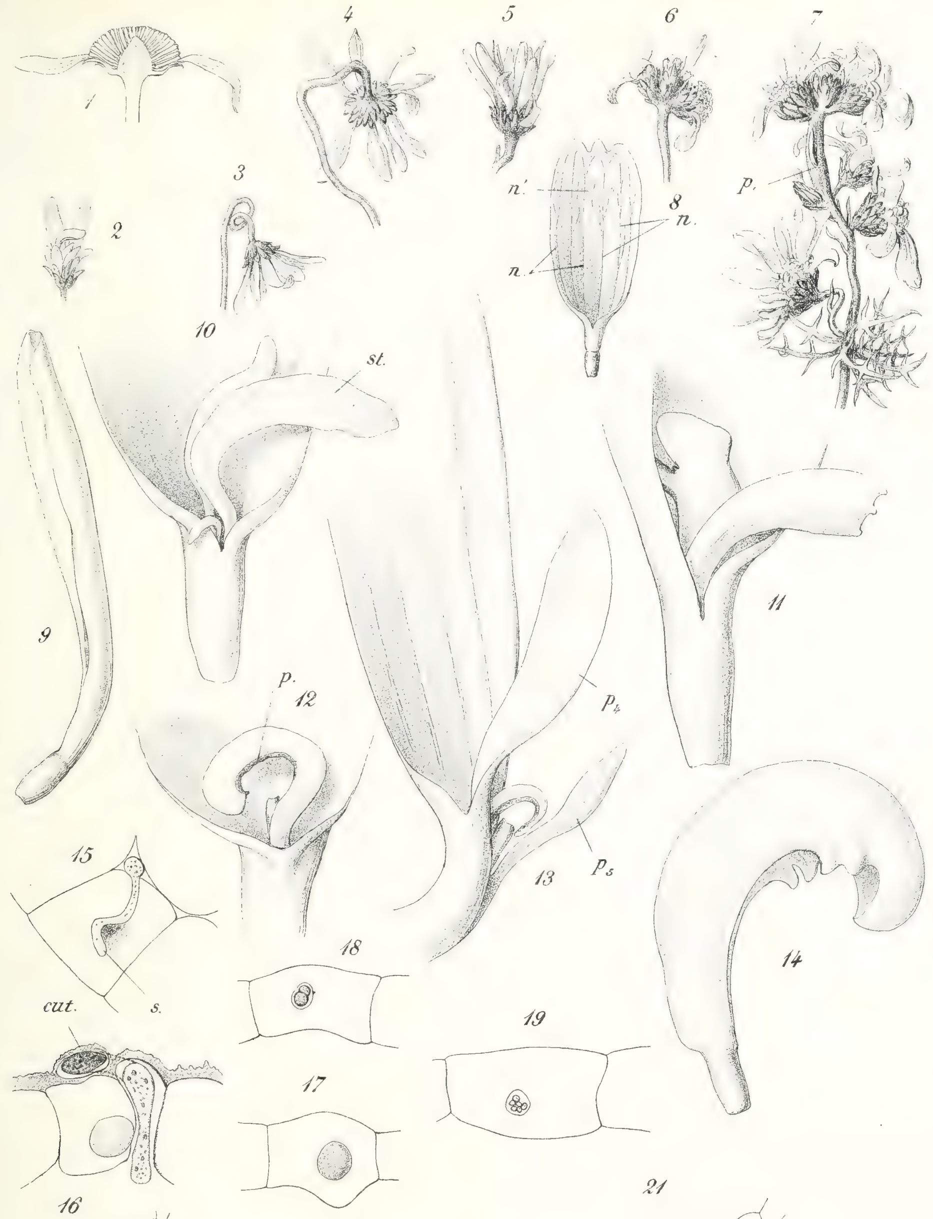
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


1
3
6
l.
4
2
l.
5
8
s.p.
9
7
ép.
s.ép.
c.m.
p.
c.m.
n.
10
11
dig.
12
13
16
14
15
a.
a.
s.
17
18
s.
a.
s.
s.p.
21
c.m.
19
20

Millot del. et sc. G. Masson Editeur. Impies Lemercier, Paris.

Dipsacus pilosus L. et Knautia arvensis Coult.
attaqués par le Peronospora violacea Berk.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


1
2
3
4
5
6
7
8
n'.
n.
n.
p.
9
10
st.
11
p.
12
p_4
13
p_5
14
15
s.
cut.
16
17
18
19
c.n.
p.
ép.
20
21
l.
l.
zd

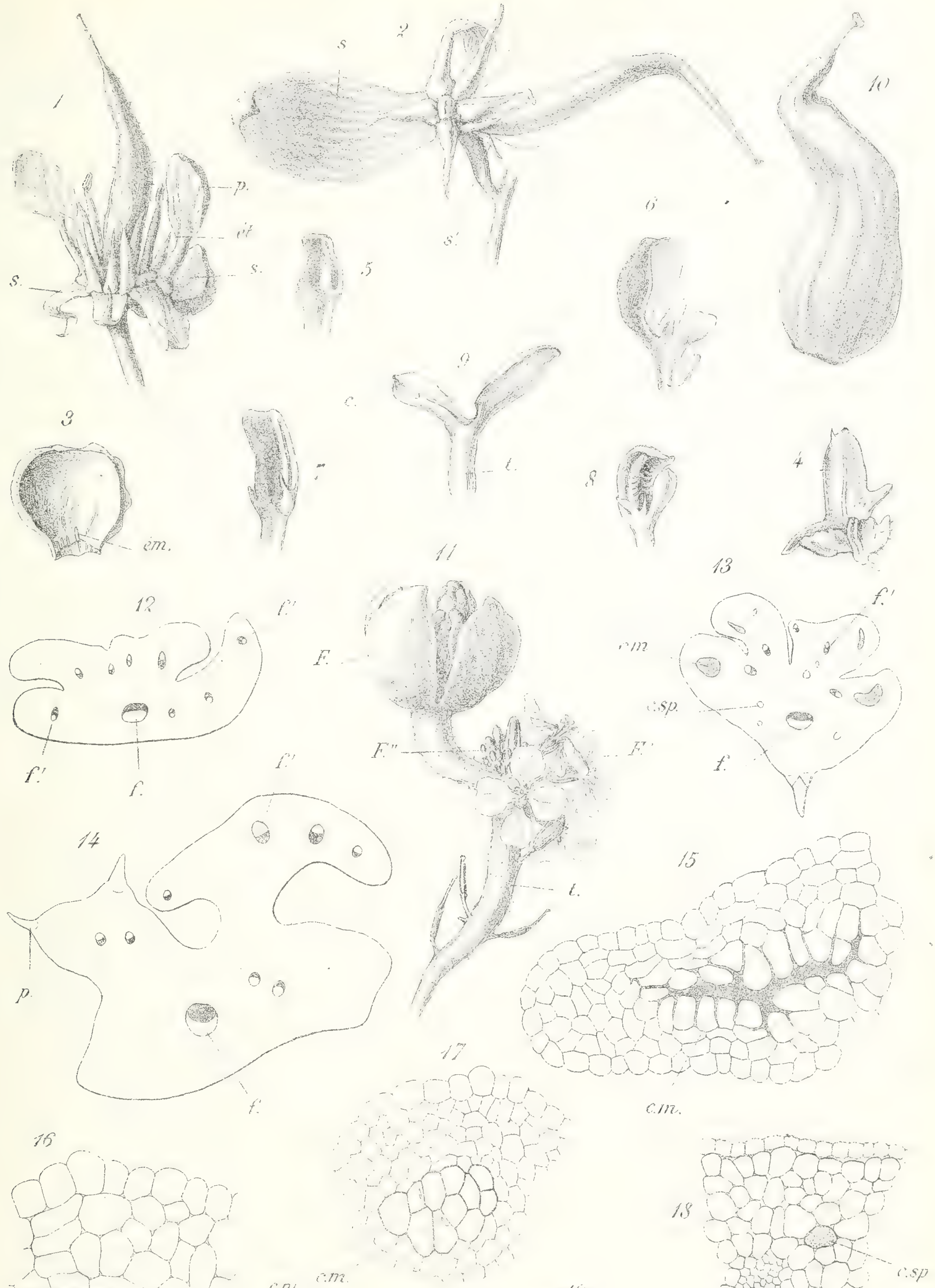
Millot del et sc.

G. Masson Editeur.

Imp^{ies} Lemercier, Paris.

Matricaria inodora L.
attaqué par le Peronospora Radii de By.

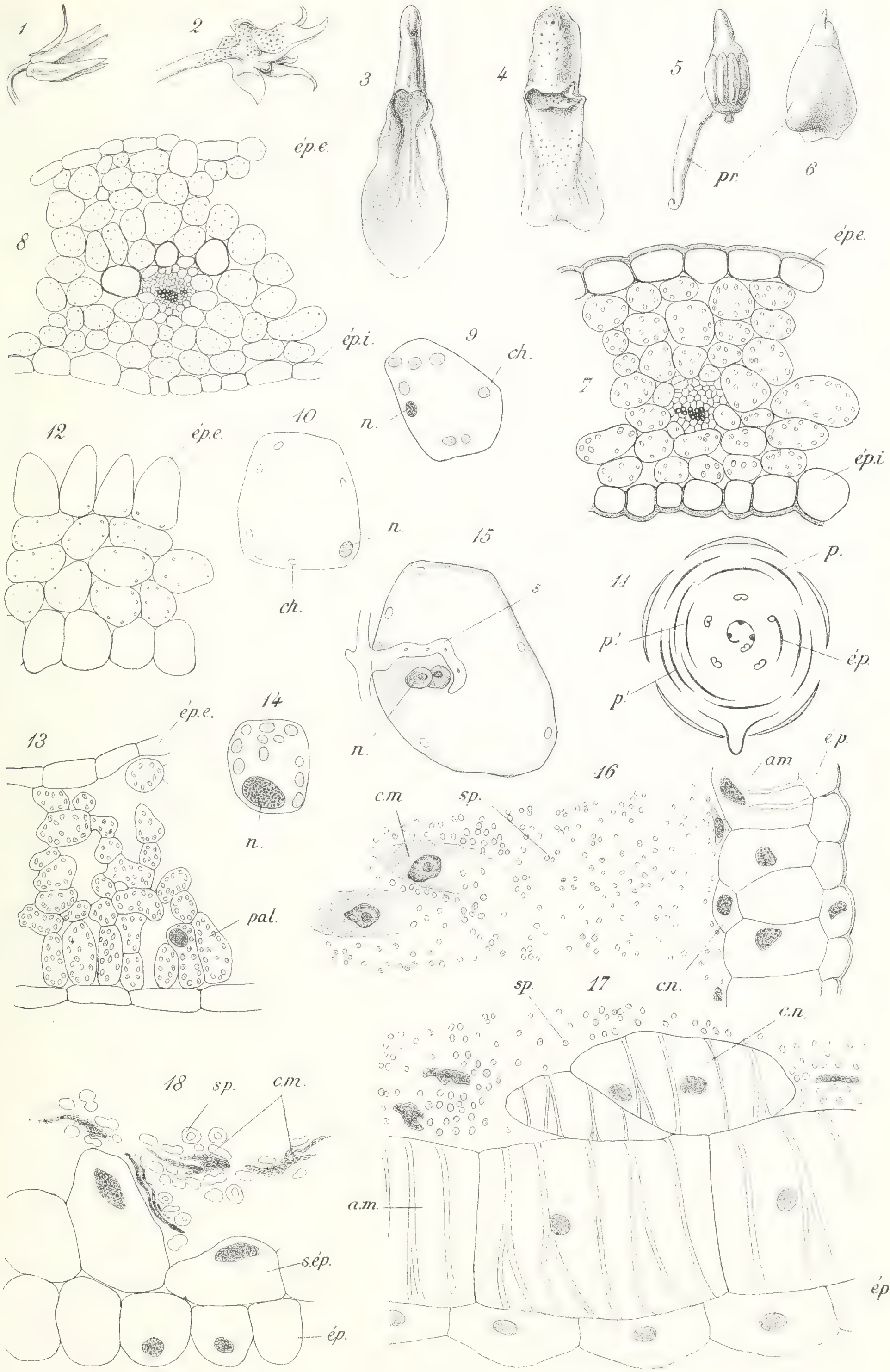
BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


1
p.
ét
s.
s.
2
s
s'
10
6
5
9
c.
t.
3
7
8
4
ém.
11
F.
F''
F'
t.
12
f'
f'
f.
13
f'
c.m
c.sp.
f.
14
f'
p.
f.
15
c.m.
16
c.m
17
c.m.
18
c.sp
19
ch.
n.
c.p.
c.sp.
m.

Millot del. et sc. G. Masson, Editeur. Impies Lemercier, Paris

Sinapis arvensis L.
attaqué par le Cystopus candidus Lév.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

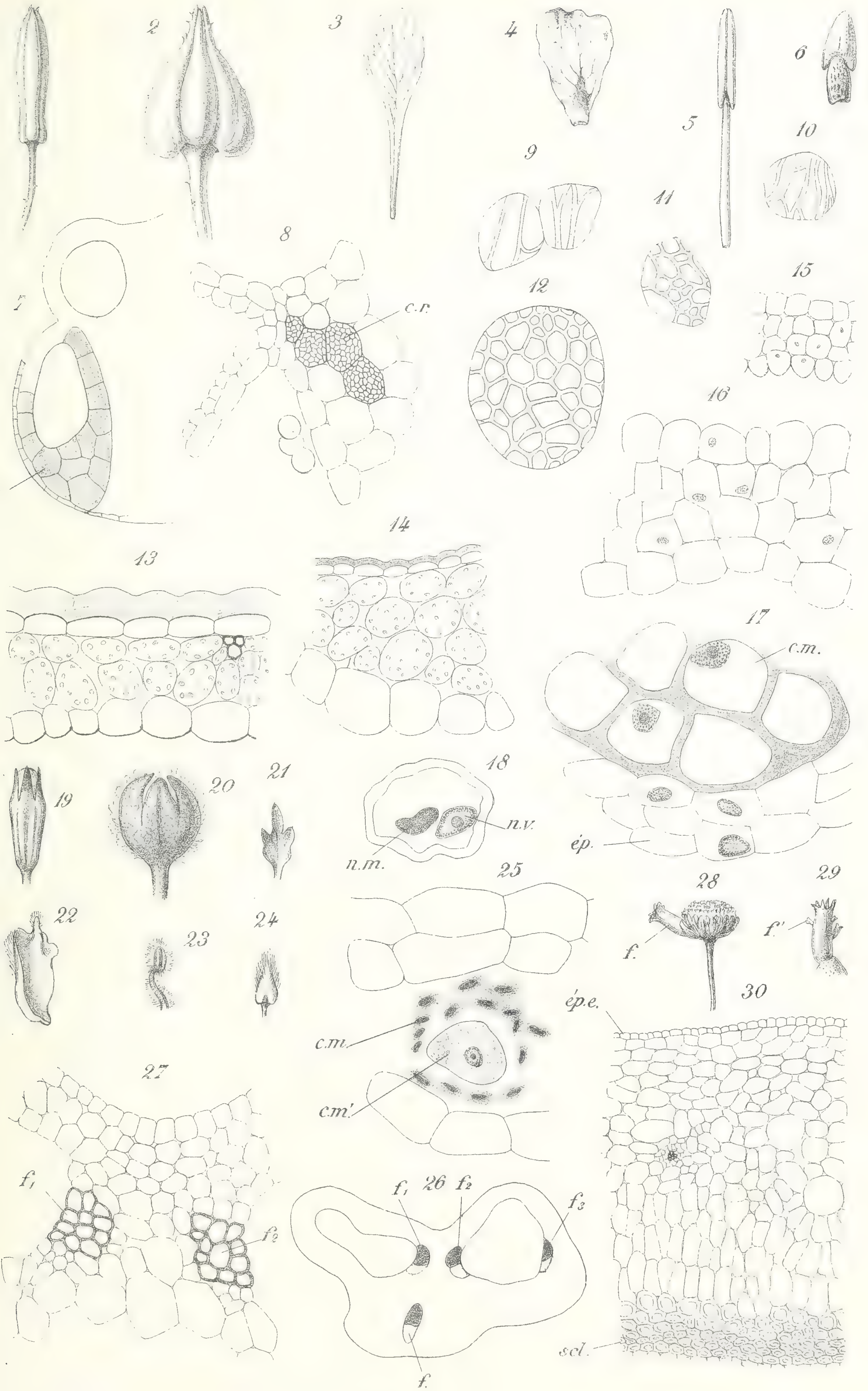

1
2
3
4
5
6
pr.
ép.e.
8
ép.i.
ép.e.
7
ép.i
9
ch.
n.
10
n.
ch.
12
ép.e.
15
s
n.
11
p.
p'
ép.
p'
13
ép.e.
14
n.
pal.
16
c.m
sp.
am
ép.
cn.
17
sp.
c.n.
18
sp.
c.m.
a.m.
s.ép.
ép.
ép.

Millot del. et sc. G. Masson, Editeur. Impies Lemercier, Paris.

Mycocécidies florales

(Urédinées, Ustilaginées)

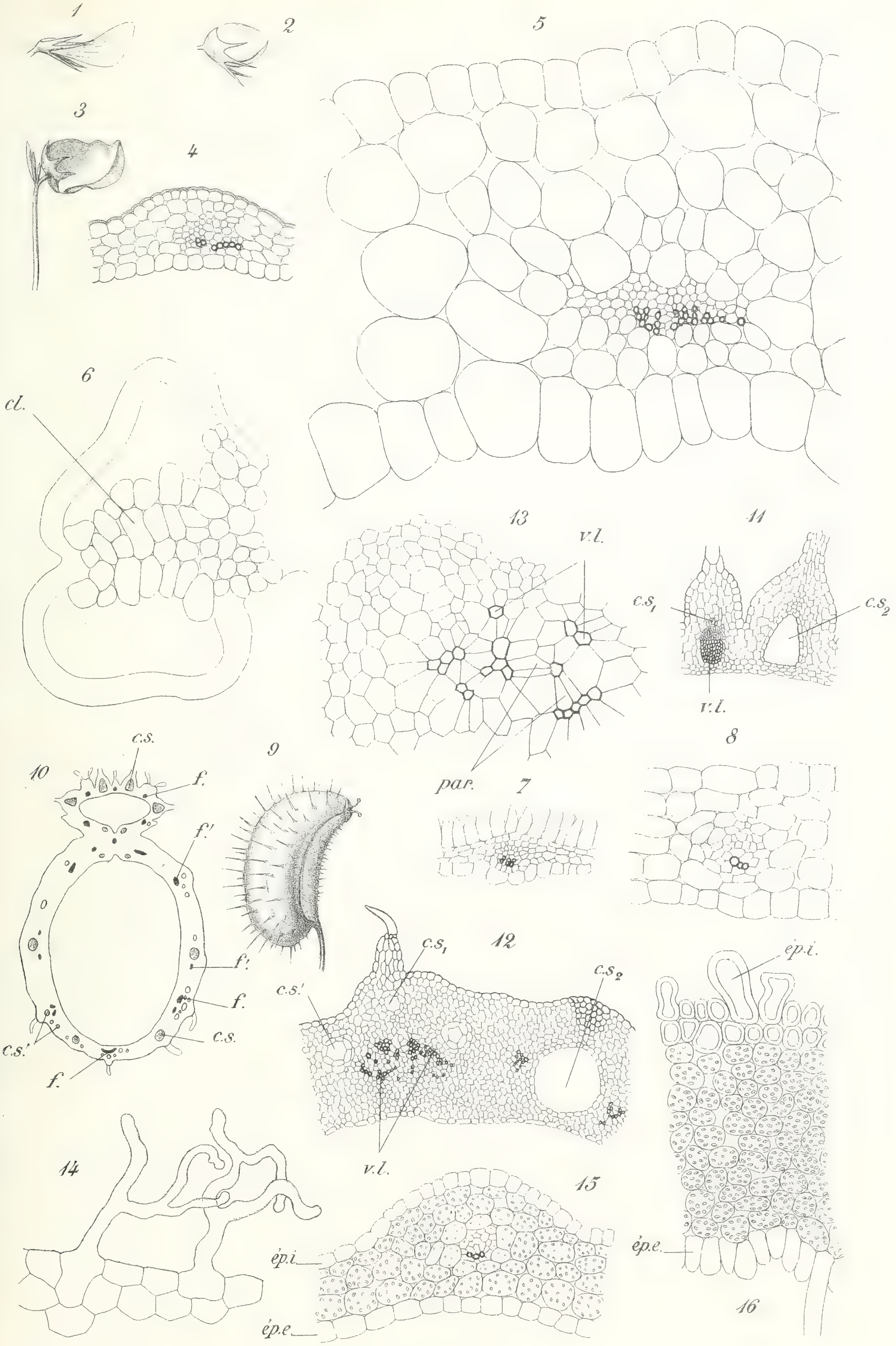
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


1
2
3
4
5
6
7
c.r.
8
c.r.
9
10
11
12
15
16
13
14
17
c.m.
ép.
18
n.m.
n.v.
19
20
21
22
23
24
25
c.m.
c.m'.
28
f.
29
f'
30
ép.e.
scl.
27
f1
f2
26
f1
f2
f3
f.

Millot del. et sc. G. Masson Editeur Impies Lemercier, Paris.

Diptérocécidies florales.

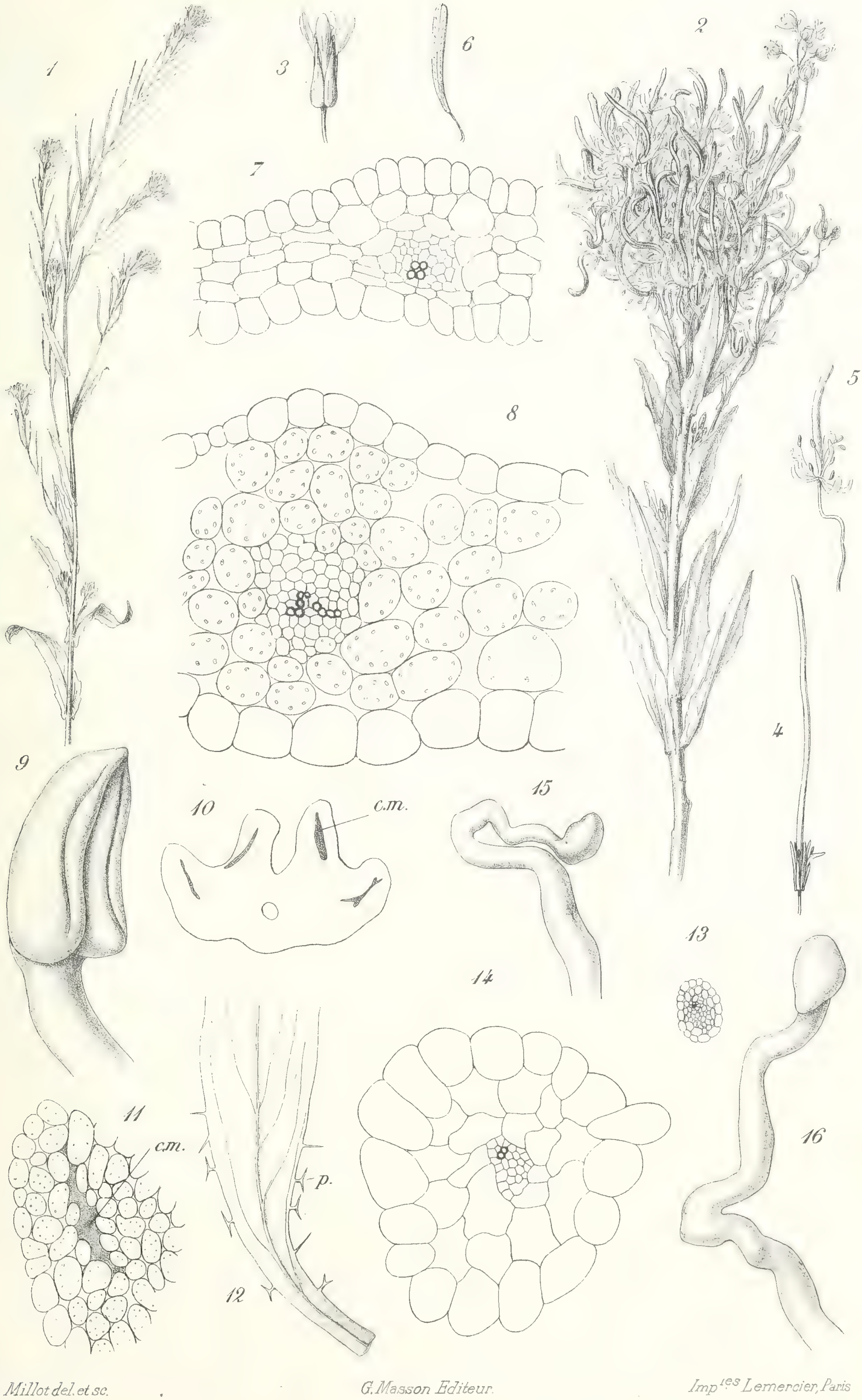
BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


1
2
3
4
5
6
cl.
13
v.l.
11
c.s₁
c.s₂
v.l.
par.
8
10
c.s.
f.
9
f.'
7
f.'
f.
c.s.'
c.s.
f.
c.s.₁
12
c.s.'
c.s₂
ép.i.
v.l.
14
15
ép.i
ép.e
ép.e
16

Millot del. et sc. G. Masson, Editeur. Impies Lemercier, Paris

Diptérocécidies florales.

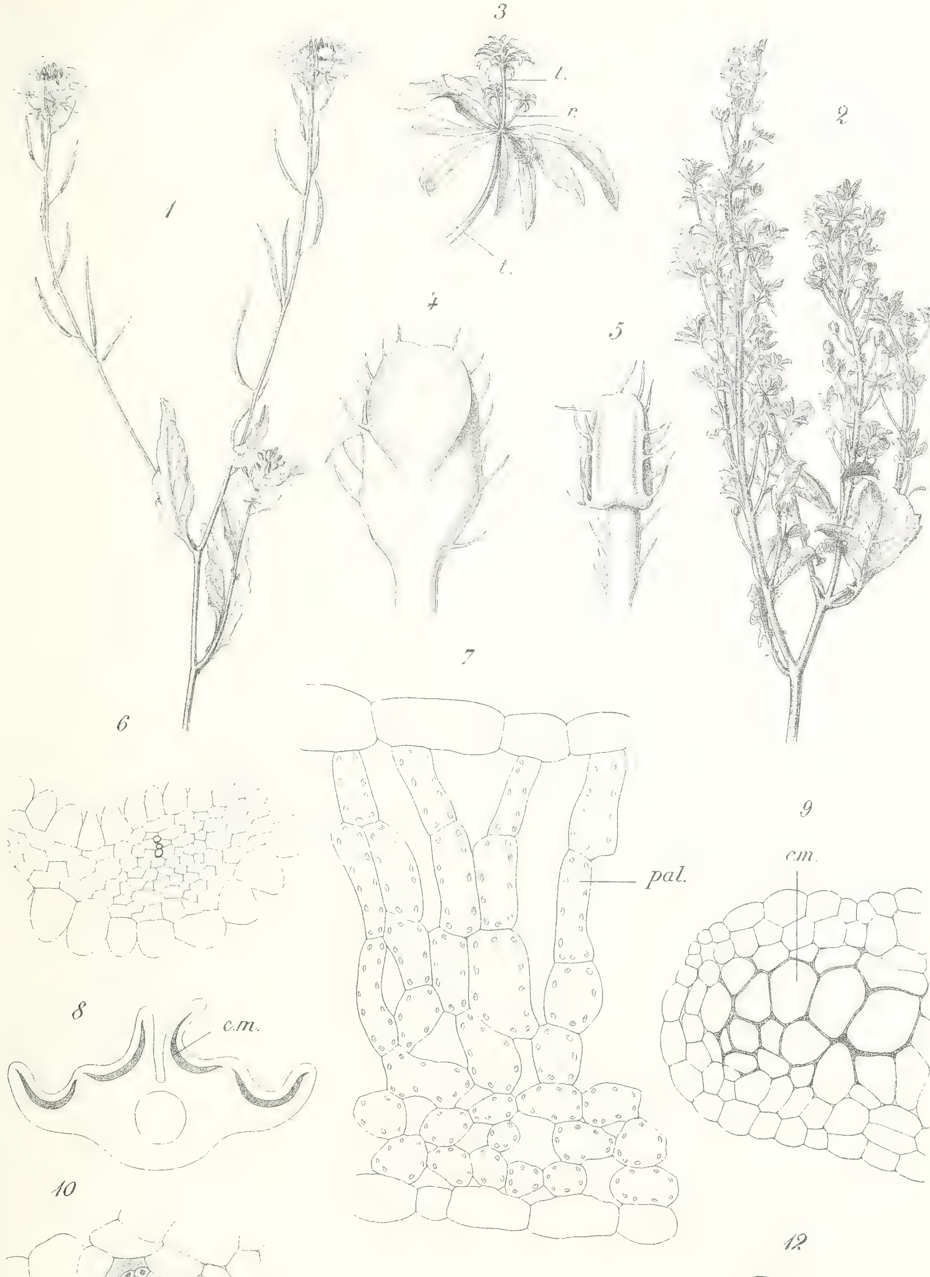
BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


1
3
6
2
7
8
5
4
9
10
c.m.
15
13
14
11
c.m.
p.
12
16

Millot del. et sc. *G. Masson Editeur.* *Imp^{ies} Lemercier, Paris*

Arabis sagittata D.C. attaqué par un Aphis.

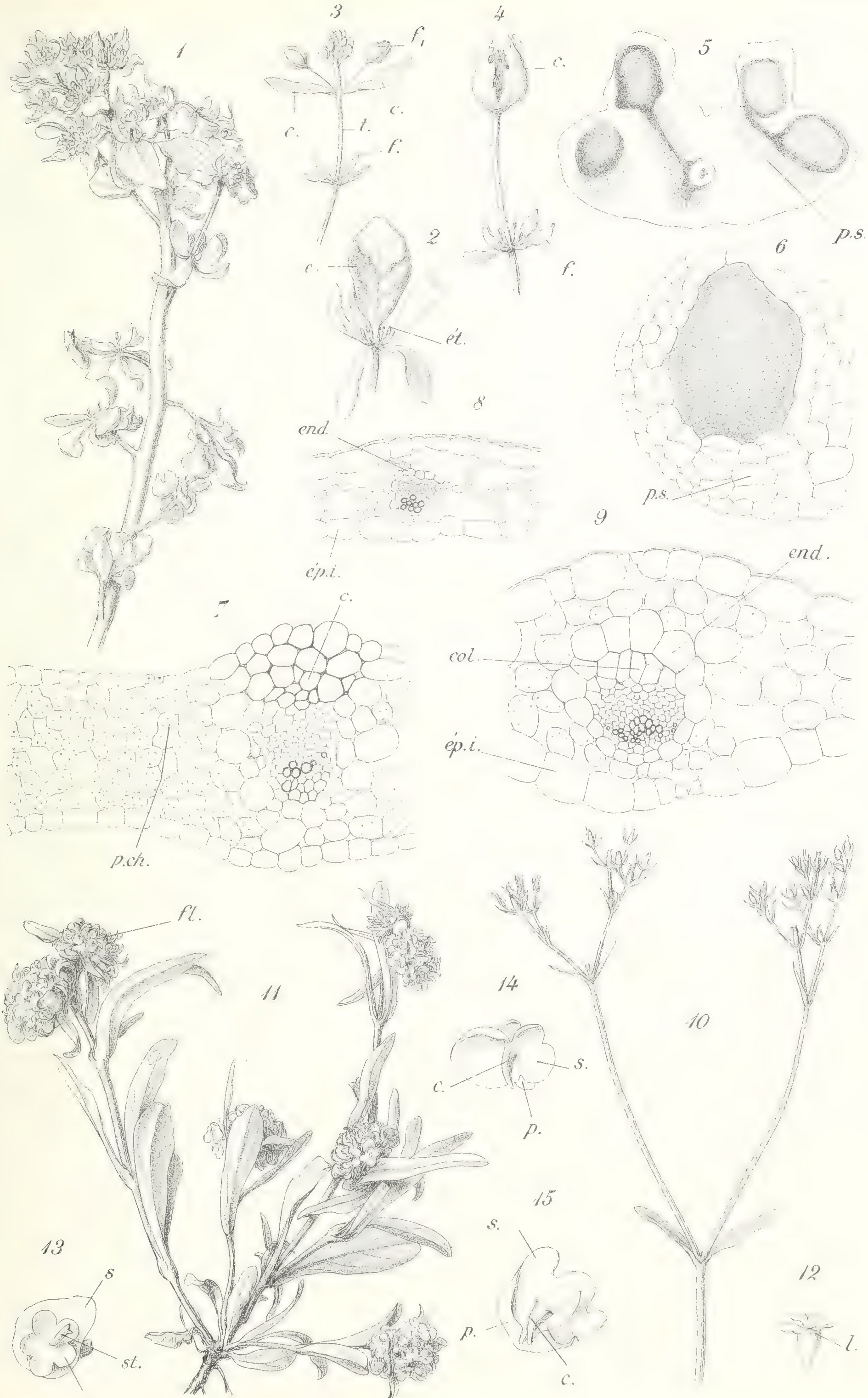
BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


3
t.
r.
t.
1
2
4
5
7
6
pal.
9
c.m.
8
c.m.
10
p.s.
11
12

Millot del et sc. G. Masson Editeur. Impr.ies Lemercier, Paris.

Sinapis arvensis L. attaqué par un Aphis.

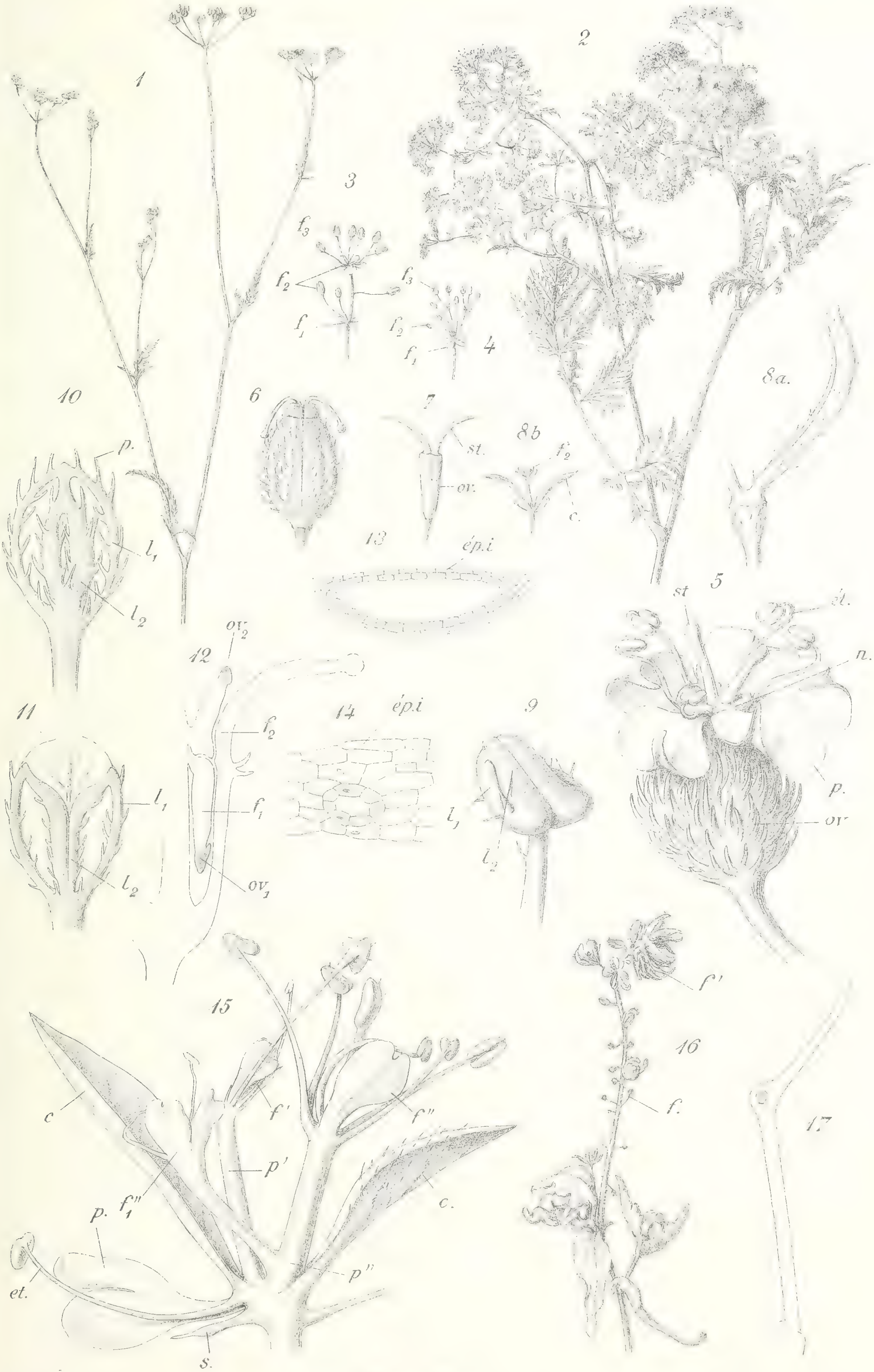
BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


1
3
f_1
c.
t.
c.
f.
4
c.
f.
5
p.s.
2
c.
ét.
8
end
ép.i.
6
p.s.
9
end.
col.
ép.i.
7
c.
p.ch.
fl.
11
14
c.
s.
p.
10
15
s.
p.
c.
13
s
st.
p.
12
l.

Millot del. et sc. G. Masson Editeur. Impies Lemercier, Paris.

Hémiptérocécidies florales.

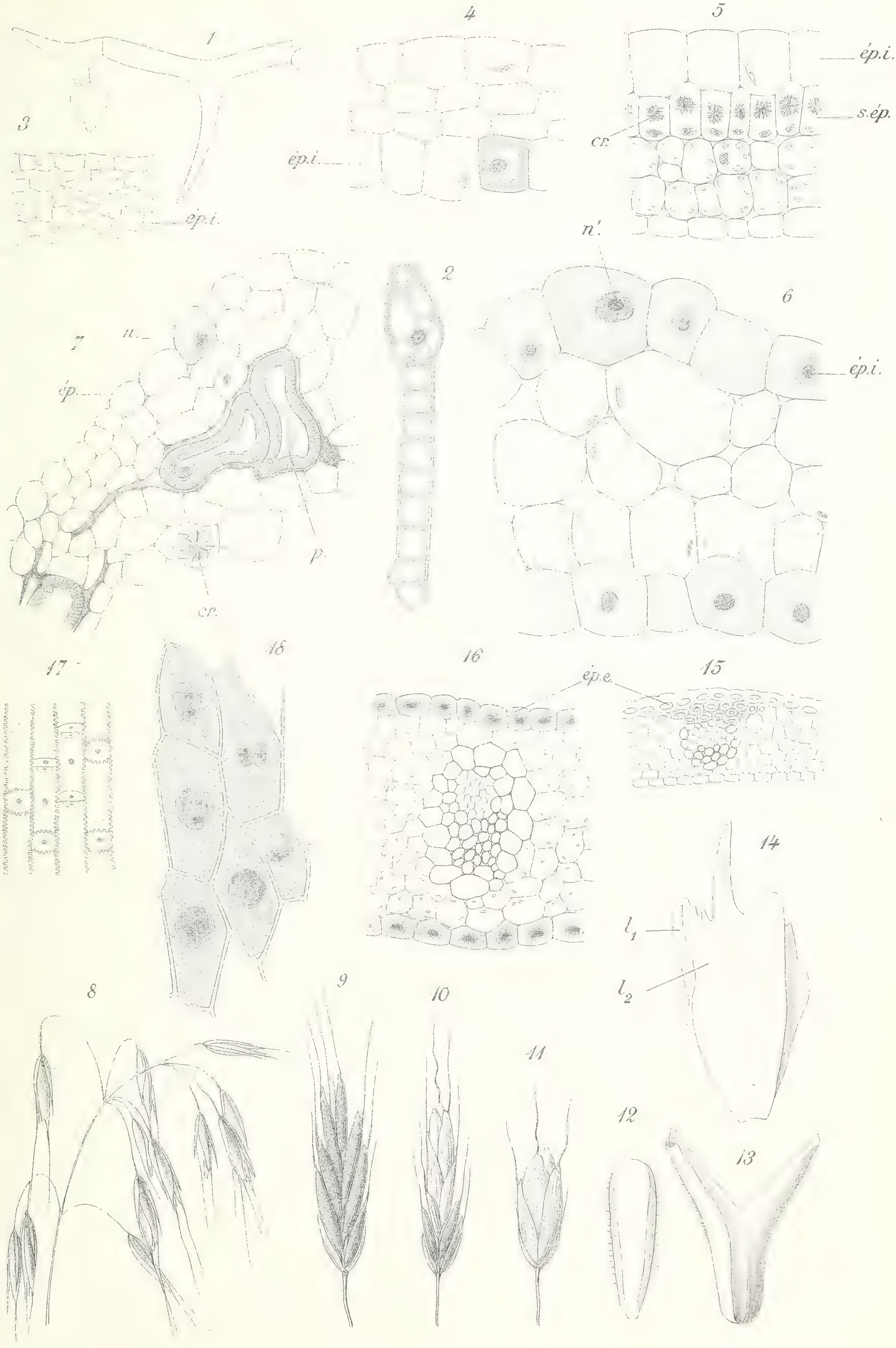
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


1
2
3
f_3
f_2
f_1
f_3
f_2
f_1
4
8a.
10
p.
l_1
l_2
6
7
st.
ov.
8b
f_2
c.
13
ép.i
st
5
ét.
n.
p.
ov
12
ov_2
f_2
f_1
ov_1
11
l_1
l_2
14
ép.i
9
l_1
l_2
15
c
f'
f''
p'
f_1''
c.
p.
p''
et.
s.
16
f'
f.
17

Millot del. et sc. G. Masson, Editeur Impies Lemercier, Paris.

Hémiptéro_et Phytoptocécidies florales.

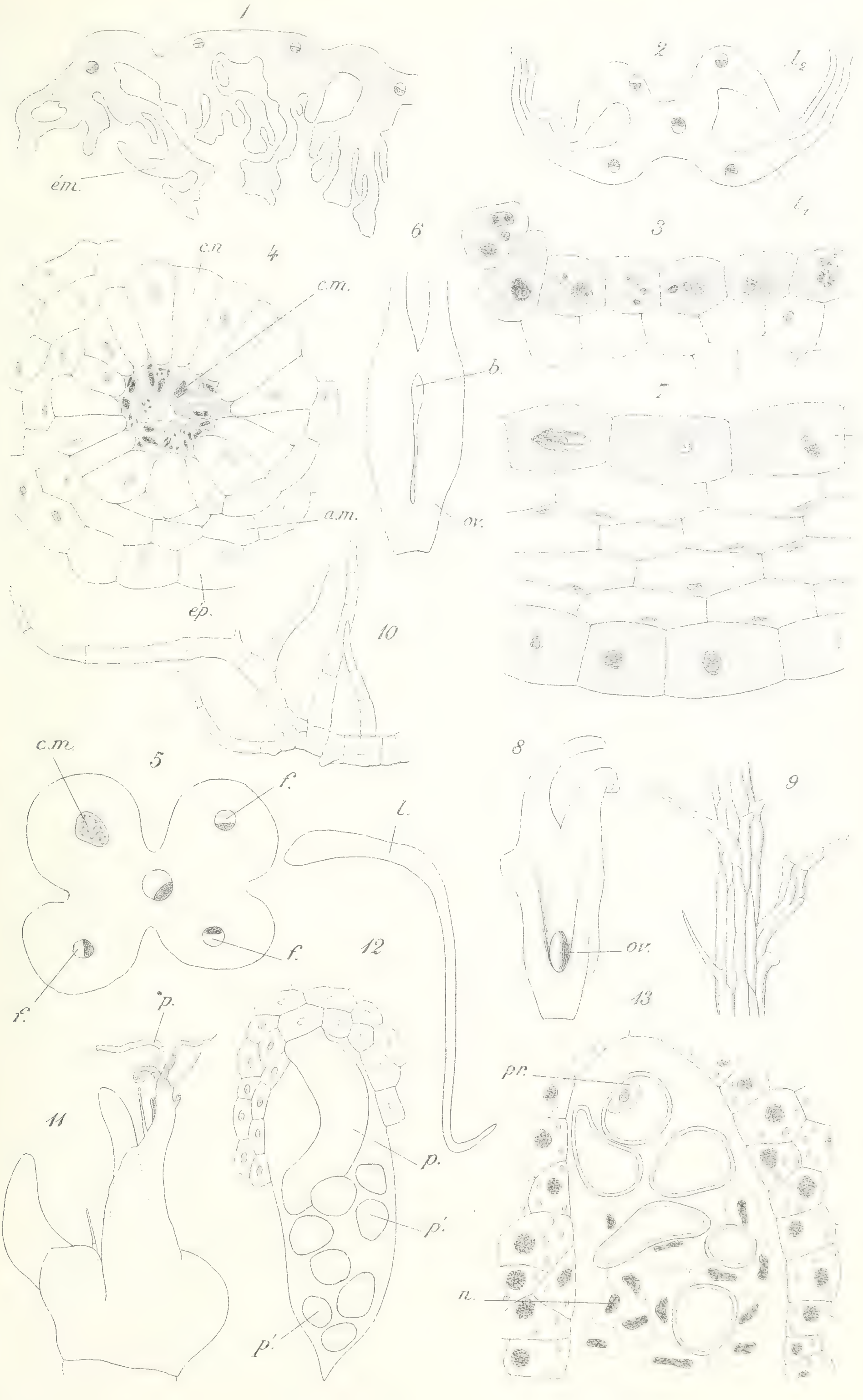
BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
ép.i.
s.ép.
cr.
n'.
n.
ép.
p.
ép.e.
l_1
l_2

Millot del. et sc. *G. Masson, Editeur.* *Impies Lemercier, Paris.*

Phytoptocécidies florales.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


1
ém.
2
l_2
l_1
3
4
c.n
c.m.
a.m.
ép.
6
b.
ov.
7
ép.
10
5
c.m.
f.
f.
f.
l.
12
p.
p'.
p'.
8
ov.
9
11
p.
13
pr.
n.

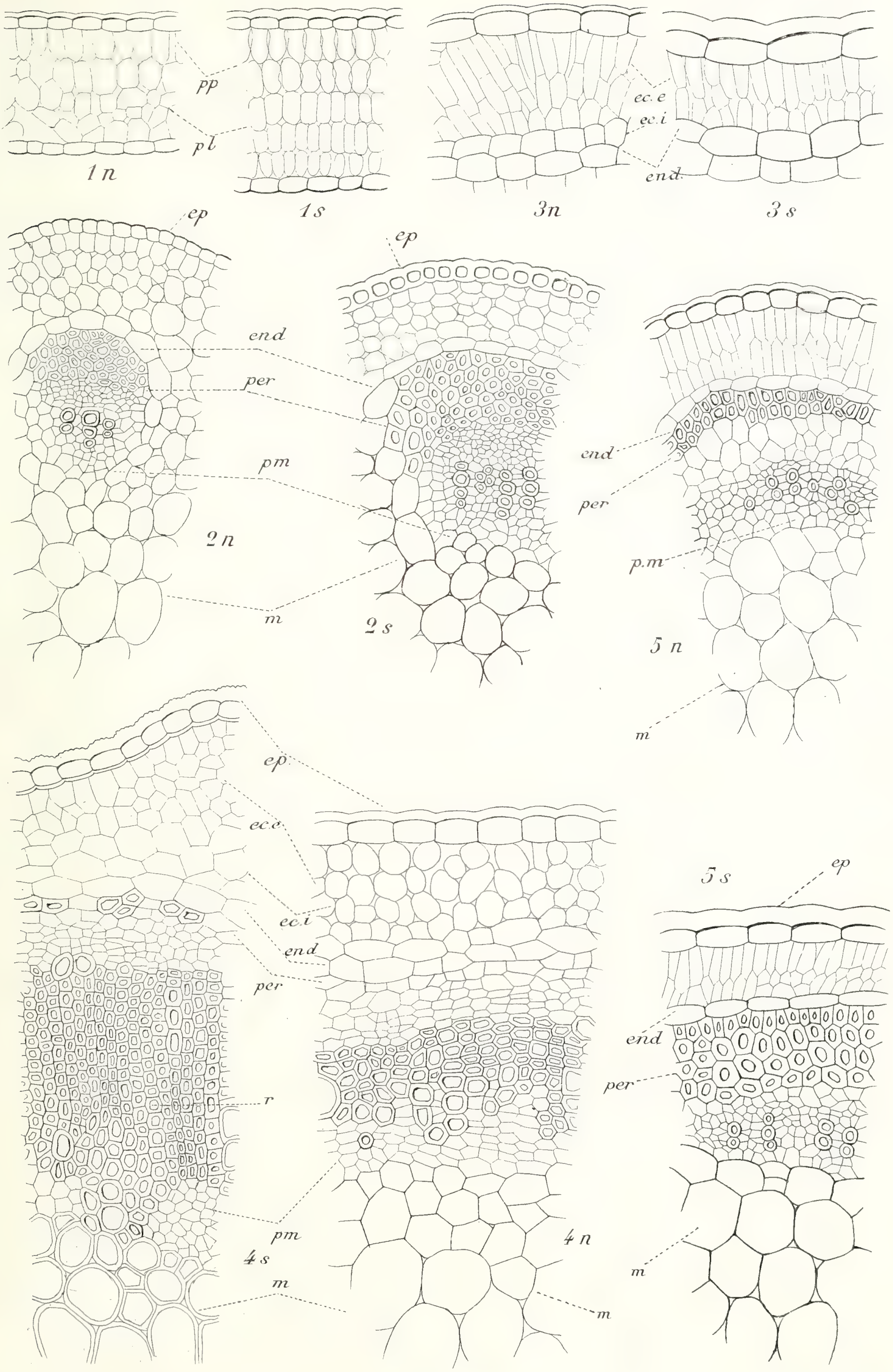
Millot del et sc.

G. Masson, Editeur.

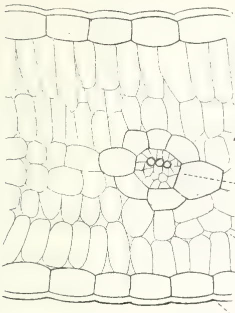
Impies Lemercier, Paris.

Phytoptocécidies florales.

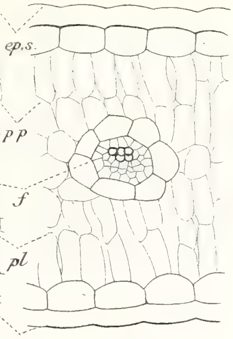
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


pp
pl
1 n
1 s
ec. e
ec. i
end.
3 n
3 s
ep
ep
end
per
pm
2 n
m
2 s
end
per
p.m
5 n
m
ep
ec.e
ec.i
end
per
r
pm
4 s
m
4 n
m
5 s
ep
end
per
m

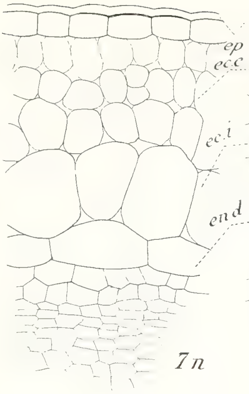
Russell et Herincq del. [illegible]


ep.s.
pp
f
pl
ep.i

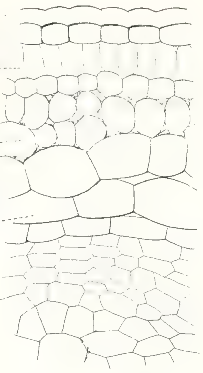
6n



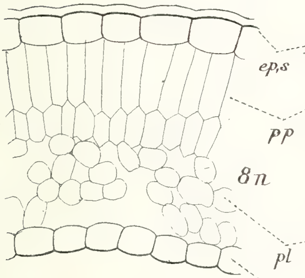
6s


ep
ec.c
ec.i
end

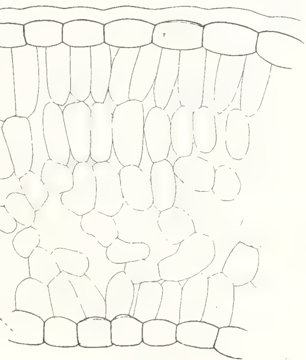
7n



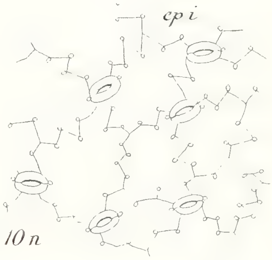
7s


ep,s
pp
pl
ep.i

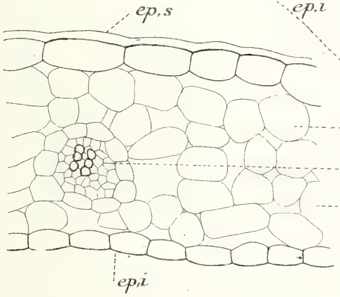
8n



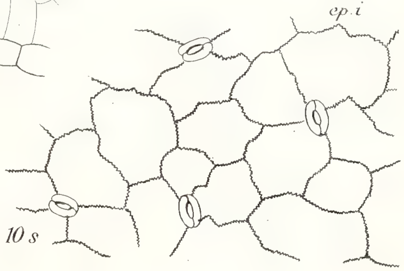
8s



10n

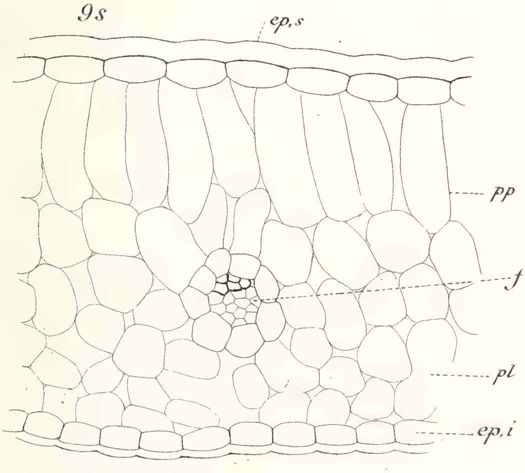

ep,s
pp
f
pl
ep,i

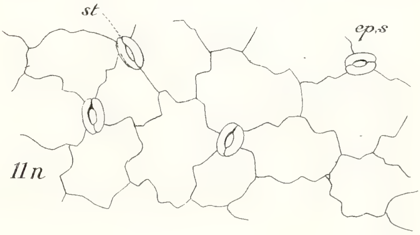
9n



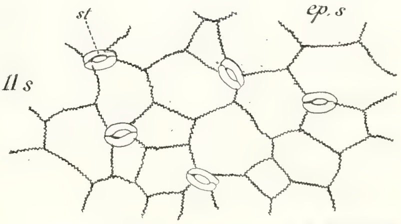
10s

9s


ep,s
pp
f
pl
ep,i



11n



11s

Russell et Herincq del.

A. Benard sc.